TOPOGRAFÍA Y URBANISMO EN EL CORREDOR FÉRREO EN LA CIUDAD DE DUITAMA

EDWARD OCTAVIO RODRÍGUEZ MEDINA

UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS TUNJA

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL

TUNJA

2020

TOPOGRAFÍA Y URBANISMO EN EL CORREDOR FÉRREO EN LA CIUDAD DE DUITAMA

EDWARD OCTAVIO RODRÍGUEZ MEDINA

MONOGRAFÍA PARA OPTAR POR EL TÍTULO DE

INGENIERO CIVIL

TUTOR

YEFFER FUQUEN GUERRERO

UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS TUNJA

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL

TUNJA

2020

Nota de Aceptación

_____

_____

_____

_____

_____

_____

Firma Presidente de Jurado

_____

Firma de Jurado

_____

Firma de Jurado

Tunja, AGOSTO 2020

DEDICATORIA

Dedico la terminación de mis estudios de pregrado, primeramente, a Dios, por darme los medios y a mis padres Blanca Inés y Jorge Octavio.

AGRADECIMIENTOS

Mi sincero agradecimiento a todas las personas que contribuyeron a mi formación profesional, a toda la academia y especialmente a esas personas que siempre están acompañándome, mi familia que con su continúo apoyo y motivación fortalecen mi crecimiento, como una persona íntegra, colaborándome siempre a cumplir mis sueños, aspiraciones y metas, teniendo esa voz de aliento y estímulo; de esta manera doy gratitud a ellos por llevarme a cumplir mis objetivos.

CONTENIDO

DEDICATORIA 6

AGRADECIMIENTOS 7

1. RESUMEN 12

2. INTRODUCCIÓN 14

3. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN 15

3.1. DESCRIPCIÓN DE LA PROBLEMÁTICA 15

3.2. PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN 17

3.3. JUSTIFICACIÓN 17

3.4. OBJETIVOS 19

4. EL ESTADO DEL ARTE 20

4.1. LOCALIZACIÓN 20

4.1.1. Descripción del municipio de Duitama. 20

4.1.2. Ubicación del proyecto 22

4.2. El inicio de una vía 23

4.2.1. Velocidad de diseño 24

4.2.2. Vehículo de diseño 26

4.2.3. Diseño en planta del eje de la carretera 26

4.3. Importancia Espacio Público 31

4.4. Marco Normativo 34

5. MATERIALES Y MÉTODOS 41

5.1. Metodología para la realización de la topografía y urbanismo en el corredor férreo de la ciudad de Duitama 41

5.1.1. Efectuar un diagnóstico en la vía mencionada, frente a las condiciones sociales, ambientales, arquitectónicas y civiles de infraestructura y de las comunidades. 41

5.1.2. Realizar levantamiento topográfico del corredor férreo de la carrea 20 y 20ª entre los pk 237+820 y 238+700 en la ciudad de Duitama. 45

5.1.3. Contribuir en el contorno con la elaboración del proyecto y dar el sentido pertenencia a los habitantes, con los beneficios sociales como la seguridad, economía, y diferentes manifestaciones deportivas y culturales. 55

6. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN 58

7. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES 64

8. GLOSARIO 66

9. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS 75

LISTA DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1 Localización geográfica Duitama en Boyacá 21

Ilustración 2 Localización del proyecto..... 22

Ilustración 3 Estado de la vía 44

Ilustración 4 Levantamiento y replanteo vía. Duitama..... 48

Ilustración 5 Nivel de precisión, Leica Sprinter 150 49

Ilustración 6 Compactación de canales con benitin 51

Ilustración 7 Extendida y compactación subbase..... 52

Ilustración 8 Compactación de Agregados 54

Ilustración 9 Actualización de planos sección record, Consorcio vial Tundama. Duitama55

LISTA DE TABLAS

Tabla 1 Categorías de la Carretera en Colombia..... 25

Tabla 2 Criterios de diseño de la AASHTO según el tipo de vehículos 28

Tabla 3 Peralte requerido según la clasificación del camino 30

Tabla 4 Normativa..... 34

Tabla 5 Nombres y códigos de los programas de la guía 37

Tabla 6 Características de las vías en el área de influencia 43

1. RESUMEN

La presente investigación es desarrollada en el municipio de Duitama, departamento de Boyacá, con el mejoramiento del corredor férreo, entre los pk 237+820 y 238+700. Esta obra está vinculada a los procesos de recuperación ambiental, paisajística, social y de seguridad de este sector, se generan registros del proceso en la construcción urbanística como el apoyo de un diagnóstico frente a las características ya referidas, un levantamiento topográfico y la nivelación de los canales en los costados de esta, además, en la terminación de la obra se busca fortalecer el sentido de pertenencia en cuanto a los beneficios sociales, culturales, deportivos, generación de empleo y el mejoramiento de la economía de los habitantes de esta zona, junto con la renovación del flujo vial de la ciudad.

Así mismo, se realiza un análisis desde varios puntos de vista como: el ambiental, arquitectónico, económico y social.

Palabras claves: condiciones actuales y finales vial, corredor vial, levantamiento topográfico y reestructuración.

ABSTRACT

The research related below, is developed in the municipality of Duitama, department of Boyacá, with the improvement of the railway corridor, between the pk 237+820 and 238+700, this work is linked to the processes of environmental recovery, landscape, social and safety of this sector, it generates records of the process in the urban construction as the support of a diagnosis against the characteristics already mentioned, a topographic survey and the levelling of the channels on the sides of this, in addition, in the completion of the work seeks to strengthen the sense of belonging in terms of social, cultural, sports, employment generation and the improvement of the economy of the inhabitants of this area, along with the renewal of the road flow of the city.

Likewise, an analysis is made from several points of view such as: environmental, architectural, economic and social.

Keywords: Current and final road conditions, road corridor, topographic survey, restructuring

2. INTRODUCCIÓN

La importancia en el desarrollo de esta investigación radica en que la interacción con la comunidad del sector, actuando con urbanismo, viene siendo el auge del sector de la construcción en Colombia y actualmente está en aumento, lo que inevitablemente lleva a la ingeniería a redefinir e innovar de forma constante con la necesidad que cada sector posee; es allí donde surgen nuevas ideas y alternativas en la ejecución del mejoramiento de la vía.

El objetivo de mantener un equilibrio entre producción y la calidad de cada proceso constructivo para beneficio de los actores que intervienen, es también la realización de un producto y un servicio de alta calidad que cumpla con las especificaciones y las necesidades de la sociedad, involucrando el proyecto de tal magnitud satisfactoriamente, en los diferentes frentes de obra que tiene del corredor férreo.

Teniendo claros los procesos constructivos de la obra, se realiza un mejoramiento de las condiciones sociales, culturales, ambientales y arquitectónicos de los habitantes del sector férreo entre los pk 237+820 y 238+700 en la ciudad de Duitama, con ayuda de un diagnóstico frente a las condiciones actuales y finales de la vía, el levantamiento topográfico y la nivelación de los canales en esta vía, con el fin de aumentar el flujo vehicular y peatonal, además de buscar una transformación en la cultura de la comunidad respecto al sentido de pertenencia, promoviendo la conservación del proyecto urbanístico y evitando así, lesiones químicas por vandalismo, teniendo un ambiente agradable y seguro en el sector, aumentando las expresiones deportivas y culturales y aportar al enriquecimiento de la economía.

De la misma forma, es importante garantizar la calidad de los materiales dentro del proyecto y, por ende, la calidad del producto final, con los mejores procesos constructivos, durante la ejecución

de la obra, mediante la supervisión, apoyo topográfico, orden en el proceso de instalación, cumplimiento de cronogramas y responsabilidades y la puesta en marcha del equipo de trabajo en obra, para este fin, llevando un control de producción y calidad de producto.

3. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

Afectaciones en los ámbitos sociales, ambientales, conservación de la arquitectura y de seguridad vial para la comunidad aledaña en la vía ubicada en el corredor férreo entre los pk 237+820 y 238+700 en la ciudad de Duitama del departamento de Boyacá, con la conexión del corredor vial de la carrera 20 y 20a, en un radio de 200 km de red vial. Entre muchas cosas, en su gran mayoría se refiere a la mutación en el entorno del desarrollo paulatino, en el marco de la naturaleza.

3.1. DESCRIPCIÓN DE LA PROBLEMÁTICA

En la actualidad, Colombia posee un sistema de normativa general bastante amplio, en este caso y según la ley 1228 DE 2008[1], el acceso a las vías, la mejora de las mismas y la ocupación del espacio público es un derecho para los ciudadanos del país. En el cumplimiento de este, se localiza el problema en la ciudad de Duitama en el corredor férreo, entre los pk 237+820 y 238+700, así mismo, la falta de conexión del corredor vial de la carrera 20 y 20a se ostentan afectaciones socioeconómicas, ambientales, arquitectónicas y paisajísticas por el deterioro y descuido por parte de las autoridades locales y de la comunidad.

[1] CONGRESO DE LA REPUBLICA, Ley 1228 de 2008, [Consultado el 26 de febrero de 2020], Disponible en https://www.devimed.com.co/ https://www.devimed.com.co/descarga/LEY%201228%20DE%202008%20(7).pdf

Por lo referido, en un perímetro de 2 km de red vial, se presentan condiciones ambientales y sociales no aptas para las comunidades que allí habitan y las poblaciones cercanas, como levantamiento de material particulado, generando impactos al medio ambiente como la polución en el aire, lo que se traduce fácilmente en enfermedades pulmonares a largo plazo; contaminación visual por su mal aspecto físico y la falta de movilidad en esta vía crean problemas en el tráfico vehicular (tiempo y acceso).

Además, las afectaciones arquitectónicas y paisajísticas sobre este corredor vial como el mal aspecto, el difícil acceso (movilidad) y el desplazamiento lento de vehículos, genera impactos en las comunidades, ya que, desde hace años, a medida que se deteriora esta vía se ubican habitantes de calle y casas de lenocinio, produciendo inseguridad en el sector. Así mismo, y por falta de estructura de pavimento, reestructuración y adecuación de nuevos espacios en la vía referida, presenta dificultades en el crecimiento urbanístico del sector y de la ciudad, creando daños socioeconómicos y con bajos índices de calidad de vida de los habitantes que allí habitan y sus alrededores.

Entonces, Duitama se enfrenta a una problemática social, cultural, ambiental, arquitectónica y de seguridad sobre el corredor vial mencionado anteriormente; en aras de dar solución, es importante y determinante la mejora de este sector uniendo la ciudad por medio de este proyecto urbanístico, con el apoyo de entidades públicas y la comunidad.

También, es fundamental tener en cuenta que al no implementar o construir una vía en este sector se están vulnerando los derechos de los ciudadanos, de acuerdo con el Decreto 1504 de 1998 “Artículo 1º.- Es deber del Estado velar por la protección de la integridad del espacio público y por su destinación al uso común, el cual prevalece sobre el interés particular. En el cumplimiento

de la función pública del urbanismo. Los municipios y distritos deberán dar prelación a la planeación, construcción, mantenimiento y protección del espacio público sobre los demás usos del suelo"[2], lo que menciona este articulo deberá estar incluido en el POT (Plan de Ordenamiento Territorial) junto con diseños realizados a la comodidad de la ciudadanía.

3.2. PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN

Teniendo en cuenta que en la descripción del problema se mencionan algunas de las presunciones del corredor vial, surgen preguntas de investigación que, al dar solución a cada una de ellas, contribuyen al mejoramiento de actividades tras disciplinares (comerciales, recreativas, sociales y culturales) de la sociedad en esta ciudad. Las preguntas aquí expuestas están relacionadas específicamente con el problema central:

- ¿Cómo solucionar los inconvenientes sociales, ambientales, arquitectónicos y de inseguridad en la vía carrera 20 y carrera 20ª corredor férreo?
- ¿Cuáles son las mejoras sociales, ambientales, arquitectónicas y civiles, que traerá la reestructuración de esta vía?
- ¿Qué beneficios sociales, económicos, ambientales, arquitectónicas y civiles recibe la comunidad con el desarrollo del proyecto?

3.3. JUSTIFICACIÓN

Esta propuesta explica el aporte social, arquitectónico, ambiental y cultural, que se articulan para la resolución de una problemática en común, y es la construcción de una vía en el corredor

[2] EL PRESIDENTE DE LA REPÚBLICA DE COLOMBIA, Decreto 1504 DE 1998, [Consultado el 11 de mayo de 2020], Disponible en http://www.minvivienda.gov.co/Decretos%20Vivienda/1504%20-%201998.pdf

férreo de la ciudad de Duitama, está asociada a las malas condiciones en la que se encuentra esta vía en aspectos socioeconómicos con la reubicación de habitantes de la calle junto con las actividades comerciales que se realizan de acuerdo con las condiciones del espacio público y los sistemas de movilidad de los municipios y de esta manera permita un fortalecimiento en las tradiciones de patrimonio cultural.

También, busca la eliminación parcial o total de material particulado en esta zona, los cuales son causantes de enfermedades pulmonares a largo plazo, el mejoramiento a la contaminación visual que allí se expone diariamente la comunidad, se realiza un diseño estructural, arquitectónico y paisajístico en esta zona, con el fin de facilitar el acceso a los vehículos y a los peatones, optimando el tránsito lento que se muestra.

Además, articula el crecimiento urbanístico en conjunto con el comercio, al mejoramiento de espacios públicos y sobre todo regresa la seguridad sobre la trayectoria de esta vía.

Duitama, a la fecha aún no cuenta con un Plan de Ordenamiento Territorial Municipal actualizado, como tampoco con un plan para el mantenimiento de la malla vial urbanas de este municipio, por medio de la licitación pública número LP-GB-07-2017 de la Gobernación de Boyacá, iniciada en julio de 2017, busca el mejoramiento de la malla vial, al intervenir 200 km, de los cuales 2 km hacen parte del corredor férreo entre los pk 237+820 y 238+700 y terminación de la conectividad del corredor vial del carrera 20 y 20ª del municipio de Duitama, iniciado obras en el mes de marzo de 2019.

Por lo referido, entre la Gobernación de Boyacá y la alcaldía municipal de Duitama, consientan en el mejoramiento de esta vía, problemática ambiental, cultural, paisajística y social en esta ciudad.

3.4. OBJETIVOS

Objetivo General:

Aportar en la inspección del proceso constructivo proponiendo alternativas y apoyando los ámbitos sociales, culturales, ambientales y arquitectónicos, en proyecto del corredor férreo entre los pk 237+820 y 238+700 en la ciudad de Duitama.

Objetivos Específicos:

- Efectuar un diagnóstico en la vía mencionada, frente a las condiciones sociales, ambientales, arquitectónicas y civiles de infraestructura y de las comunidades.
- Realizar un levantamiento topográfico del corredor férreo de la carrera 20 y 20ª entre los pk 237+820 y 238+700 y nivelación de los canales en los costados de la vía férrea en la ciudad de Duitama.
- Contribuir en el contorno con la elaboración del proyecto y dar el sentido pertenencia a los habitantes, con los beneficios sociales como la seguridad, economía, y diferentes manifestaciones deportivas y culturales.

4. EL ESTADO DEL ARTE

4.1. LOCALIZACIÓN

4.1.1. Descripción del municipio de Duitama.

Duitama, capital de la provincia Tundama, ubicada sobre la cordillera oriental, del Departamento de Boyacá, Colombia, hace parte de región andina (Altiplano Cundiboyacense), cuenta con una extensión de 269 km^2, colinda por el Norte con el Departamento de Santander, Municipios de Charalá y Encino; por el Sur con los Municipios de Tibasosa y Paipa; por el Oriente con los Municipios de Santa Rosa de Viterbo y Belén[3]; tiene una gran variedad de altitud desde los 4096 m.s.n.m hasta 1696 m.s.n.m[4], su temperatura medio es de 16°C. (Ver ilustración 2)

Esta cuidad cuenta con una biodiversidad extensa, con 1244 de especies de animales, algas, líquenes y hongos, 155 especies endémicas, de 9350 especies que tiene el departamento, destaca los páramos de Pan de Azúcar, Cuchilla de laguna seca, el Morro de la Rusia y de la Cruz, Morro de Peña Blanca y Cuchilla de peña Negra, también, por esta cuidad pasa el Río Chicamocha uno de los más importantes del departamento, tiene una humedad relativa del 70 %.

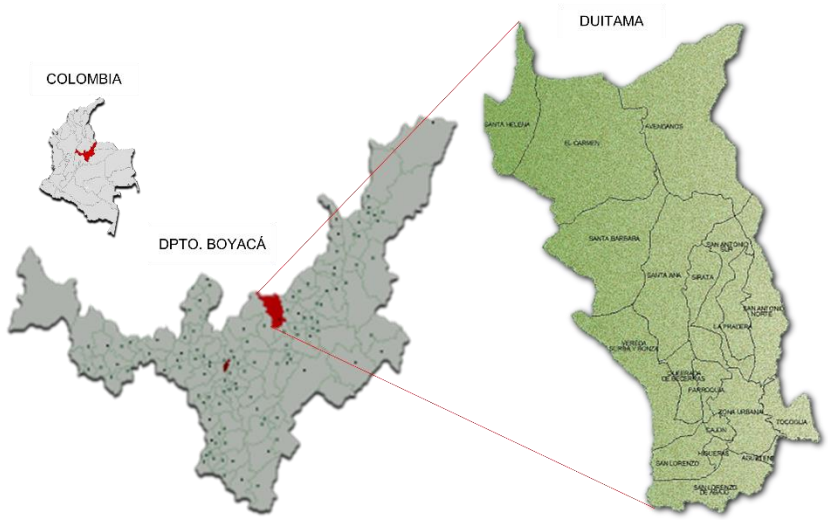
La economía de Duitama se enfoca en centros industriales y artesanías, los principales cultivos son los frutales como peras, duraznos, curubas y ciruelas y verduras como papa, trigo, maíz frijoles y cebada.

[3] ALCALDIA DE DUITAMA, Plan de acción de los objetivos de desarrollo del milenio, Boyacá Construye [en línea], Duitama: 2016. [Consultado el 22 de marzo de 2020], Disponible en https: https://www.dapboyaca.gov.co/descargas/odm/tundama/duitama.pdf

[4]TOPOGRAPHIC – MAP.COM, mapas topográficos Duitama, [Consultado el 24 de marzo de 2020], Disponible en https://es-co.topographic-map.com/maps/rs8z/Duitama/

Las principales vías de este municipio que comunican con otras zonas del departamento y del país son: “carretera central norte Bogotá-Tunja- Paipa Por el Norte Carretera Central del Norte comunica con Santa Rosa de Viterbo - Belén - Soata-Málaga- Pamplona - Cúcuta - Venezuela Por el Oriente Nobsa - Tibasosa -Sogamoso- Yopal Casanare - Arauca Por el Occidente Carretera de Torres Charalá - San Gil- Bucaramanga” [5]

Ilustración 1. *Localización geográfica Duitama en Boyacá*



Fuente: Modificado por el autor de Wikipedia y página web de la Gobernación de Boyacá (2020)[6]

[5] ALCALDÍA DE DUITAMA, Nuestro Municipio, [en línea] [Consultado el 25 de marzo de 2020], Disponible en http://www.duitama-boyaca.gov.co/municipio/nuestro-municipio

[6] GOBERNACIÓN DE BOYACÁ, Alcaldía de Duitama por veredas, [en línea] [Consultado el 24 de marzo de 2020], disponible en https://www.dapboyaca.gov.co/wp-content/uploads/2015/06/DUITAMA-VEREDAL.pdf

4.1.2. Ubicación del proyecto

La vía a intervenir se ubicada en el municipio de Duitama, departamento de Boyacá, sobre el corredor férreo del área urbana, en un área aproximada de 4.5 has. y 880 m lineales de vía férrea, sobre la carrera 20 y 20ª dentro de casco urbano. Con coordenadas geográficas elipsoidales 5° 49’ 24.39’’ Norte y 73° 01’ 56.20’’ Oeste.

Esta vía se encuentra en mal estado sin carpeta asfáltica, en material de afirmado con hundimientos, ahuellamientos, abultamientos y desprendimiento del material, además de la generación de material particulado, la inseguridad en el trazo de la misma, el tránsito lento de vehículos y peatones, junto con el daño de los vehículos que transitan por allí y las afectaciones sociales y comerciales del lugar; por lo referido, se pretende intervenir esta vía para el mejoramiento de lo mencionado.

Ilustración 2. *Localización del proyecto*



Fuente: Modificado por el autor de Google Earth y página web de la Gobernación de Boyacá (2020)[7]

[7] GOBERNACIÓN DE BOYACÁ, op. cit

4.2. El inicio de una vía

Dentro del cumplimiento legal para la construcción de una vía, es significativo ceñirse a los protocolos y procesos que establece el Instituto Nacional de Vías (INVIAS), en el que establece todos los lineamientos, normativa y seguimiento para la estructuración de nuevas y mejoras de las vías a nivel nacional y en vías urbanas existentes, se inspecciona la sección transversal típica, ya acomodada con el tránsito de esta y así cumplir con las normas establecidas dentro del plan vial de la ciudad y las especificaciones dadas por la secretaria de infraestructura.

Es así que, en el año 2008, se crea el Manual de Diseño Geométrico de Carreteras, en el que se presenta una síntesis de criterios y parámetros para el diseño geométrico de carreteras; en este documento se agrupan todos los procesos, procedimientos y guías que se requieren para la construcción de una vía en el país; también, se describen los controles, diseño en planta, diseño en perfil, diseño de la sección transversal, las intersecciones a nivel y desnivel, diseños geométricos en casos especiales, la consistencia y el aseguramiento de la calidad de diseño. A continuación, se describen algunas pautas a seguir para el inicio de un proyecto.[8]

Planeación del proyecto: En la planeación es necesario obtener la información adecuada como los tipos de carreteras que la componen, cómo se clasifican y cuál es su funcionalidad. Para ese caso, es la construcción de una carretera primaria nueva y esta se desarrolla por las siguientes etapas:

- Prefactibilidad: En esta fase se identifican las posibles rutas haciendo un prediseño y utilizando el modelo de simulación HDM -4.

[8] INSTITUTO NACIONAL DE VIAS, Manual de Diseño Geométrico de Carreteras, Bogotá, 2008.

- Factibilidad: Revisión de la rentabilidad del proyecto, por medio de una evaluación económica (presupuesto).
- Diseños definitivos: Elaboración de diseños finales de todas las estructuras y obras que se requieran en la obra.

Cabe mencionar que cada una de estas fases tienen consigo un desarrollo de actividades escritas.[9]

4.2.1. Velocidad de diseño

Al dar inicio a la obra se tiene en cuenta la velocidad de diseño, según el manual de diseño de vías del departamento de transporte de California, la velocidad de diseño de una carretera se puede definir como: "una velocidad seleccionada para establecer los elementos geométricos mínimos para una sección particular de la carretera"[10], se usa para brindarle seguridad al usuario, garantizar una velocidad constante en la vía y se define identificando tramos homogéneos en función de la categoría de la carretera y el tipo de terreno. También, se le puede dar un valor de velocidad de diseño a un tramo homogéneo, teniendo en cuenta los rangos descritos en la tabla 1 para las carreteras colombianas y la economía del país.

Esta velocidad de diseño radica en el cumplimiento de ítems como establecimiento de la consistencia de la velocidad a lo largo de la carretera, en este paso es prioridad los usuarios; definir la velocidad especifica que integran el trazado en planta y perfil por medio de las condiciones,

[9] INSTITUTO NACIONAL DE VIAS, op cit, p. 7 - 28

[10] CALIFORNIA DEPARTMENT OF TRANSPORTATION, 2018 [en línea] [Consultado el 24 de abril de 2020], disponible en http://www.dot.ca.gov/design/manuals/hdm/chp0100.pdf

restricciones, estado y oportunidades de la vía, lo que es necesario evaluar los elementos geométricos, curvas y entre tangencias en planta y perfil; asignar la velocidad específica de la curva horizontal incluidas en tramo homogéneo, cumplir con los criterios de asignación de este velocidad, verificación de la velocidad en la entre tangencia horizontal aquí es importante información sobre la velocidad a la que circulan los vehículos que transitan por esa carretera; también, el establecimiento de la velocidad específica de la curva vertical y la velocidad específica de la tangente vertical.[11]

Tabla 1. Categorías de la Carretera en Colombia

CATEGORÍA DE LA CARRETERA	TIPO DE TERRENO	VELOCIDAD DE DISEÑO DE UN TRAMO HOMOGÉNEO V_{TR} (km/h)									
		20	30	40	50	60	70	80	90	100	110
Primaria de dos calzadas	Plano										
	Ondulado										
	Montañoso										
	Escarpado										
Primaria de una calzada	Plano										
	Ondulado										
	Montañoso										
	Escarpado										
Secundaria	Plano										
	Ondulado										
	Montañoso										
	Escarpado										
Terciaria	Plano										
	Ondulado										
	Montañoso										
	Escarpado										

Fuente: INVIAS, Manual de diseño geométrico (2013).[12]

[11] INSTITUTO NACIONAL DE VIAS, op cit, p. 35. 38
[12]INSTITUTO NACIONAL DE VÍAS, op. cit, p 38

4.2.2. Vehículo de diseño

El diseño geométrico vial se realiza de acuerdo con el tipo de vehículos que transitan en esta, se determina después de un estudio de tránsito en la zona que es objeto de estudio; según este manual, los vehículos se clasifican en dos tipos, vehículos livianos con menos de cinco toneladas que inciden en las velocidades máximas y los vehículos pesados con más de cinco toneladas, así mismo, conforme a unas dimensiones y trayectorias de giro teniendo en cuenta los radios mínimos de giro para un vehículo y la trayectoria de la rueda delantera y trasera, la distancia de visibilidad es una característica muy importante ya que le ofrece al conductor la posibilidad de ver hacia adelante y esto le permite transitar con seguridad y eficiencia de acuerdo con el tipo de vehículo que circula por la vía.

Es significativo tener en cuenta, la distancia de visibilidad la cual se divide en 4 factores importantes, la primera es la distancia de visibilidad de parada, que es necesaria para que el conductor pueda detener el vehículo antes de llegar a un obstáculo, la segunda es la distancia de visibilidad de adelantamiento, que como su nombre lo dice le brinda las condiciones suficientes al conductor del vehículo para adelantar a otro que circula por el mismo carril a una velocidad menor, el tercer factor es la distancia de visibilidad de cruce, este es necesario para las intersecciones rurales a nivel y la última es para el procedimiento de verificación del cumplimiento de las distancias de visibilidad [13].

4.2.3. Diseño en planta del eje de la carretera

Los elementos de una carretera deben proporcionar, seguridad, velocidad, comodidad y rapidez y deben ir relacionados con el cumplimiento de lineamientos de diseño para la construcción de la

[13] INSTITUTO NACIONAL DE VÍAS, op. cit, p 35 - 69

vía iniciando con factores técnicos y financieros. En el desarrollo se deben tener en cuenta los siguientes elementos para un diseño geométrico vial.

- Curvas horizontales: Son arcos de un radio que une dos tangentes de alineamiento y en el inicio en el desarrollo de estas curvas se hacen empalmes como los básicos, circulares, espiral clotoide, espiral-circulo-espiral, espiral – espiral, en "S" y en "C"; resultado información de varios elementos de cada curva y valores que darán continuidad al proyecto. Según lo menciona AASHTO[14] es importante tener en cuenta el tipo de vehículos para los cuales se van a diseñar las curvas horizontales, dependiendo de estos se determina el radio de giro mínimo, la línea de centro del radio de giro y el radio interno mínimo. (Ver tabla 2)

[14]AMERICAN ASSOCIATION OF STATE HIGHWAY AND TRANSPORTATION OFFICIALS. (2001). A policy on geometric design of highways and streets. Washington, D.C.: American Association of State Highway and Transportation Officials.

Tabla 2. *Criterios de diseño de la AASHTO según el tipo de vehículos*

Metric

Design Vehicle Type	Pas-senger Car	Single Unit Truck	Inter-city Bus (Motor Coach)		City Transit Bus	Conven-tional School Bus (65 pass.)	Large [2] School Bus (84 pass.)	Articu-lated Bus	Intermed-iate Semi-trailer	Intermed-iate Semi-trailer
Symbol	P	SU	BUS-12	BUS-14	CITY-BUS	S-BUS11	S-BUS12	A-BUS	WB-12	WB-15
Minimum Design Turning Radius (m)	7.3	12.8	13.7	13.7	12.8	11.9	12.0	12.1	12.2	13.7
Center-line[1] Turning Radius (CTR)	6.4	11.6	12.4	12.4	11.5	10.6	10.8	10.8	11.0	12.5
Minimum Inside Radius (m)	4.4	8.6	8.4	7.8	7.5	7.3	7.7	6.5	5.9	5.2

Design Vehicle Type	Interstate Semi-trailer		"Double Bottom" Combina-tion	Triple Semi-trailer/ trailers	Turnpike Double Semi-trailer/ trailer	Motor Home	Car and Camper Trailer	Car and Boat Trailer	Motor Home and Boat Trailer	Farm Tractor w/One Wagon
Symbol	WB-19*	WB-20** or WB-20	WB-20D	WB-30T	WB-33D*	MH	P/T	P/B	MH/B	TR/W
Minimum Design Turning Radius (m)	13.7	13.7	13.7	13.7	18.3	12.2	10.1	7.3	15.2	5.5
Center-line[1] Turning Radius (CTR)	12.5	12.5	12.5	12.5	17.1	11.0	9.1	6.4	14.0	4.3
Minimum Inside Radius (m)	2.4	1.3	5.9	3.0	4.5	7.9	5.3	2.8	10.7	3.2

Note: Numbers in table have been rounded to the nearest tenth of a meter.
* = Design vehicle with 14.63 m trailer as adopted in 1982 Surface Transportation Assistance Act (STAA).
** = Design vehicle with 16.16 m trailer as grandfathered in with 1982 Surface Transportation Assistance Act (STAA).
[1] = The turning radius assumed by a designer when investigating possible turning paths and is set at the centerline of the front axle of a vehicle. If the minimum turning path is assumed, the CTR approximately equals the minimum design turning radius minus one-half the front width of the vehicle.
[2] = School buses are manufactured from 42 passenger to 84 passenger sizes. This corresponds to wheelbase lengths of 3,350 mm to 6,020 mm, respectively. For these different sizes, the minimum design turning radii vary from 8.78 m to 12.01 m and the minimum inside radii vary from 4.27 m to 7.74 m.
[3] = Turning radius is for 150-200 hp tractor with one 5.64 m long wagon attached to hitch point. Front wheel drive is disengaged and without brakes being applied.

Exhibit 2-2. Minimum Turning Radii of Design Vehicles

Fuente: American Association of State Highway and Transportation Officials, 2001[15]

Como se refirió, las curvas horizontales deben tener empalmes básicos, entre ellos, los empalmes circulares simples que presentan curvaturas constantes, también está el empalme espiral clotoide, que se utiliza para las curvas espiral izadas, estas tienen muchas ventajas en las vías, una de ellas es que proporciona una trayectoria natural y fácil para los conductores y la longitud de la espiral se emplea para realizar la transición del peralte y la del sobre ancho.

[15] AMERICAN ASSOCIATION OF STATE HIGHWAY AND TRANSPORTATION OFFICIALS, op. cit, p 19.

Por lo anterior, el empalme espiral circulo espiral son dos líneas rectas con un ángulo de deflexión mediante arcos de transición y circulares, el empalme espiral-espiral son dos alineamientos rectos mediante dos ramas de espiral con un único radio en el centro, este empalme está limitado a los casos donde la deflexión total no exceda los 20°. El empalme en s (espiral – espiral inversa) está conformado por dos arcos circulares de sentido contrario, con una curvatura igual a cero. El último empalme es en c (espiral que une dos círculos de igual sentido), es el empalme para dos arcos circulares con el mismo sentido, pero con radio diferente. [16]

- Transición del peralte:

En el diseño de curvas horizontales, es importante tener en cuenta el peralte, el cual está definido como la pendiente transversal en el pavimento, que se da para contrarrestar la fuerza centrífuga que ejerce el vehículo que atraviesa la curva, en la tabla 3, se observa la clasificación del camino del 4 %.[17]

[16] INSTITUTO NACIONAL DE VÍAS, op. cit, p 71-107

[17] NEW YORK, DEPARMENT OF TRANSPORTATION, Highway Design Manual, 2018 [en línea] [Consultado el 26 de abril de 2020], disponible en https://www.dot.ny.gov/divisions/engineering/design/dqab/hdm/hdm-repository/chapt_02.pdf

Tabla 3. *Peralte requerido según la clasificación del camino*

Exhibit 2-1b Superelevation Rates (Applies to NHS and non-NHS)

Road Classification	Required Superelevation Table
Rural Interstates, Other Freeways, Expressways and Parkways	8%
All ramps (except at at-grade intersections)	8%
Urban Interstates, Other Freeways, Expressways and Parkways with LOS D or better at ETC	8%
Urban Interstates, Other Freeways, Expressways and Parkways with LOS E or F at ETC	6%
Rural Arterials Rural Collectors Local Rural Roads	8%
Urban Arterials Urban Collectors Local Urban Streets	4%
Ramps that are part of at-grade intersections	4%, 6% or 8% Refer to §2.7.5.5.B

Fuente: Highway Design Manual, 2018[18]

Una carretera es una infraestructura que permite el tránsito de vehículos de forma continua en el espacio y durante un tiempo determinado. Está compuesta por una o varias calzadas y uno o varios carriles de sentido[19], el diseño geométrico de carreteras es una aplicación de las ciencias básicas con el objetivo de realizar un trazado geométrico en planta, perfil y sección transversal[20].

Según el manual geométrico de vías, la vía de estudio se podría clasificar como una vía primaria por las características que contemplan los diseños, ya que estás se definen como aquellas troncales,

[18] NEW YORK, DEPARMENT OF TRANSPORTATION, op. cit, p 29.
[19] INSTITUTO NACIONAL DE VÍAS, op. cit, p 108
[20] CÁRDENAS GRISALES, JAMES. 2013. Diseño Geométrico de Carreteras. Bogotá: Ecoe ediciones, 2013

transversales y accesos a capitales y principales urbes de Departamento que cumplen la función básica de integración de las principales zonas de producción y consumo del país. Este tipo de carreteras pueden ser de calzadas divididas según las exigencias particulares del proyecto y deben funcionar pavimentadas.

Estas vías tienen pendientes transversales al eje de la vía menores de cinco grados (5°). Exige el mínimo movimiento de tierras durante la construcción por lo que no presenta dificultad ni en su trazado ni en su explanación. Sus pendientes longitudinales son normalmente menores de tres por ciento (3%).

Para el caso de estudio, este tipo de carreteras se definen como la combinación de alineamientos horizontal y vertical que permite a los vehículos pesados mantener aproximadamente la misma velocidad que la de los vehículos livianos[21].

4.3. Importancia Espacio Público

En el crecimiento poblacional del país, consecuencia de urbanizaciones sin control y en condiciones inadecuadas, es significativo el desarrollo de un espacio público para la comunidades y de acuerdo con la Política Nacional de Espacio Público Conpes 3718, en cumplimiento de la estrategia de "construir ciudades amables" para beneficio de municipios del país, donde participan entidades territoriales, ambientales, sector privados y comunidades y dando cumplimiento con la ley de desarrollo territorial Ley 388 de 1997, se desarrollan objetivos para la implementación de este documento, donde define qué son los espacios público; definidos como los bienes y derechos

[21] INSTITUTO NACIONAL DE VÍAS, op. cit

de la unión (bienes fiscales y de uso públicos los cuales son propiedad pública) y de los individuos (son de uso privado y son propiedad privada).

También, establece el monitoreo del espacio público efectivo (EPE) conformado por zonas verdes, parques, plazas y plazoletas que indicador mínimo por persona es de 15 m^2, se realiza un diagnóstico actual de los espacios públicos del país, indicando un déficit cuantitativo y cualitativo, una caracterización de este déficit, se proponen varios ejes problemáticos y de allí se generan objetivos y estrategias junto con un plan de acción donde se fortalece la información, se articula dentro del POT (pan de ordenamiento territorial), la gestión y financiación de proyectos de espacio públicos[22].

De acuerdo con el artículo, las ciudades y su espacio público, por Raquel Perhia[23], menciona que el espacio público urbano, se puede observar desde las siguientes dimensiones:

- Dimensión físico – territorial: Son los espacios públicos que se caracterizan por su accesibilidad, reconocible por la ciudadanía, de uso de manera directa ya que es parte de la ciudad, que acoge a la comunidad para múltiples actividades y adaptabilidad de nuevos usos. Este es beneficio de diferentes grupos sociales con la posibilidad de nuevos eventos con el ámbito territorial con dimensiones culturales, sociales, económicas y políticas.
- Dimensión cultural: es el espacio público con historia, identificando el pasado de la ciudad, expresando identidades y de la misma manera orígenes, monumentos, edificaciones de la emblemáticas de la época. Este se convierte en espacios para la comunidad y de relaciones

[22] CONSEJO NACIONAL DE POLÍTICA ECONÓMICA Y SOCIAL. Documento Conpes 3718, Política Nacional de Espacio Público, Bogotá, 2012

[23] PERAHIA, RAQUEL. Las Ciudades y su Espacio Público, 01 junio de 2007 [en línea] [Consultado el 30 de abril de 2020], http://www.ub.edu/geocrit/9porto/perahia.htm

sociales que lleva una identidad simbólica de expresión de integración cultural en el sector que se encuentre representada.

- Dimensión social: es el espacio público de la comunidad, es un escenario que contribuye con una base y forma la integración social, justificando sus orígenes y condiciones sociales del sector. Espacios que representan las relaciones de la igualdad mejores condiciones de vida, disputas de los espacios públicos y el control de estos, conflictos con un ambiente paisajístico, la variedad de la naturaleza generando una dinámica de compatibilidad entre el transitar por el lugar, el comercio, lo deportivo, recreativo y el sector residencial, etc.
- Dimensión económica: es el espacio público de la economía, subsiste en base al sustento de la comunidad, de acuerdo con la accesibilidad a sus negocios, donde se labora de tiempo completo, donde la movilidad contribuye al transporte, ya que el comercio corresponde al sector de la construcción, son dinámicas a favor de la armonía generada en un ambiente paisajístico de este espacio que les sirve a dimensiones económicas como sociales.
- Dimensión política: es el acceso a espacios que desarrolla un diálogo donde la administración expresa las diferentes facultades como podemos ver el uso de su suelo, otorgando dominio público de uso cultural, con dinámicas para tener un sentido de pertenencia con la apropiación de espacios colectivos, para su equipamiento y buen uso.
- De acuerdo con las características de la vía, el tramo vial que es objeto de estudio es una carretera de dos carriles, por cada sentido, teniendo un sentido de dos carriles esto para permitir la movilización hacia el centro de la ciudad y hacia la avenida las américas des embotellando el sector de la ciudad[24].

[24] CÁRDENAS GRISALES, JAMES, op. cit

4.4. Marco Normativo

Este proyecto se trabaja sobre el corredor férreo de la ciudad de Duitama, Boyacá, Colombia se enmarcan los diferentes aspectos del ordenamiento territorial colombiano y por ende debe cumplir una normatividad de ley para que haga parte de las decisiones administrativas y políticas del proyecto. Por esta razón se tiene en cuenta la normatividad de ley vigente en el país:

Tabla 4. *Normativa*

Ítem	Normativa	Descripción
1	Ley 105 de 1993	Por la cual se dictan disposiciones básicas, sobre el transporte, se redistribuyen competencias y recursos entre la nación y las entidades territoriales, se reglamenta la planeación en el sector transporte y se dictan otras disposiciones.
2	Ley 388 de 1997	Expone los mecanismos que permiten a los municipios promover el plan de ordenamiento territorial, la ejecución de acciones urbanísticas eficientes, velar por la creación y defensa del espacio público, así como la protección del medio ambiente y prevención de desastres.

3	Decreto 1735 del MT año 2001.	"Por el cual se fija la Red Nacional de Carreteras a cargo de la Nación Instituto Nacional de Vías y se adopta el Plan de Expansión de la Red Nacional de Carreteras y se dictan otras disposiciones".
5	Resolución No. 000744 de 2009 de INVIAS	“Por la cual se actualiza el manual de diseño geométrico para carreteras”.
5	Resolución No. 07106 de 2009 de INVIAS	“Por la cual se adopta la guía de manejo ambiental de proyectos de infraestructura - subsector vial - como instrumento de autogestión y autorregulación”.
6	Resolución No. 0001376 de 2014 de INVIAS	“Por las cuales se actualizan las especificaciones generales de construcción para carreteras”.
7	Resolución 339 de 1999 del INVIAS	Se establece la nomenclatura de las carreteras a cargo de la nación y algunas a cargo de los entes territoriales y se dictan otras disposiciones.

Fuente: Autor, vista al público

Además, del cumplimiento de la normatividad antes descritos, se deben tener en cuenta otros documentos importantes como es el Plan de Manejo Ambiental (PMA) y el Plan de Manejo de Tráfico (PMT), los cuales se describirán a continuación.

Plan de Manejo Ambiental

El PMA de un proyecto, se elabora con el fin de saber el estado actual de las zonas a intervenir, como también se establecen lineamientos para prevención, corrección, mitigar y compensar los impactos ambientales que se pueden generar antes, durante y después de la ejecución de obras.

Para la ejecución de este proyecto, se sigue la guía de manejo ambiental de proyectos de infraestructura, subsector vial, expedido por INVÍAS[25]; documento en el que sintetiza los criterios y establece parámetros para el diseño geométrico de carreteras. Allí clasifican, categorizan y describen las carreteras de Colombia, mencionan los tipos de proyectos y describen las actividades que tienen que desarrollar en este plan ambiental, como:

- Actividades previas: son las etapas y tareas previas al inicio de la obra.
- Actividades constructivas: En estas actividades se describe el desmonte y limpieza, demoliciones y remociones, excavaciones, remoción de derrumbes, rellenos, pedraplenes, mejoramiento subrasante, afinamiento de taludes, afirmados, conformación de calzada existente, actividades para la colocación del pavimento, fresado de pavimento, prevaricados,

[25] INSTITUTO NACIONAL DE VÍAS. Guía de manejo ambiental de proyectos de infraestructura, subsector vial, Bogotá, abril de 2011.

concreto estructural, estructura de acero, recubrimiento y protección, obras geotécnicas, gaviones, tierra armada, obras hidráulicas y transporte de materiales y escombros.

- Actividades de cierre y de abandono de proyectos: Estas son las actividades finales y entrega de las mismas a las áreas de interventoría y para dar cumplimiento con este ítem es necesario realizar el desmantelamiento y abandono de instalaciones temporales, recuperación áreas intervenidas, limpieza final de sitio de trabajo, actividades sociales de cierre y cerramientos.

Cabe resaltar que, en el cumplimiento y desarrollo de estas actividades van enfocadas a la minimización y corrección de aspectos ambientales, sociales y contractivas. En la descripción de estos impactos ambientales se ven realizar en elementos como agua (superficial, subterránea) geomorfológico, atmosférico, suelo, factores bióticos, paisaje, socioeconómico y cultural; la responsabilidad de la identificación de los aspectos e impactos ambientales son del contratista de obra; además, se desarrollan medidas de manejo ambiental por medio de seis programas (ver tabla 5).[26]

Tabla 5. *Nombres y códigos de los programas de la guía*

Programa		**Proyecto**
Desarrollo y Aplicación de la Gestión Ambiental.	1	Conformación del grupo de gestión ambiental.
	2	Capacitación ambiental al personal de obra.
	3	Cumplimiento requerimientos legales.
Programa Actividades Constructivas	1	Proyecto de manejo integral de materiales de construcción.

[26] INSTITUTO NACIONAL DE VÍAS, op. cit

	2	Proyecto de explotación fuentes de materiales.
	3	Proyecto de señalización frentes de obras y sitios temporales.
	4	Proyecto de manejo y disposición final de escombros y lodos.
	5	Proyecto de manejo y disposición final de residuos sólidos convencionales y especiales.
	1	Proyecto de manejo de aguas superficiales.
Programa Gestión Hídrica	2	Proyecto de manejo de residuos líquidos domésticos e industriales
	1	Proyecto de manejo del descapote y cobertura vegetal.
Programa de Biodiversidad y Servicios Eco sistémicos.	2	Proyecto de recuperación de Áreas Afectadas.
	3	Proyecto de protección de fauna.
	4	Proyecto de protección de ecosistemas sensibles
	1	Proyecto Instalación, funcionamiento y desmantelamiento de campamentos y sitios de acopio temporal.
Programa Manejo de Instalaciones Temporales, de Maquinaria y Equipos.	2	Proyecto de instalación, funcionamiento y desmantelamiento de las instalaciones para la planta de trituración, asfalto o concreto

	3	Proyecto de manejo de maquinaria, equipos y vehículos.
	1	Proyecto de Atención a la Comunidad.
	2	Proyecto de Información y Divulgación.
	3	Proyecto para el Manejo de La Infraestructura de Predios y Servicios Públicos.
	4	Proyecto de Recuperación del Derecho de Vía.
Programas de Gestión Social.	5	Proyecto de Cultura Vial y Participación Comunitaria.
	6	Proyecto de Contratación Mano de Obra.
	7	Proyectos Productivos.
	8	Proyecto Protección al Patrimonio Arqueológico y Cultural.
	9	Proyecto de Gestión Socio Predial

Fuente: Modificado de Instituto Nacional de Vías, Guía de manejo ambiental de proyectos de infraestructura (2011)[27]

Plan de Manejo de Tráfico

En cada proyecto de obra, se realiza un plan de manejo de tráfico, según el manual de señalización vial dispositivos uniformes para la regulación de tránsito en las vías de Colombia[28], en él se unifican criterios de dispositivos que regulan el tránsito para la utilización de las vías

[27] INSTITUTO NACIONAL DE VÍAS, op. cit, p 50 - 51

[28]MINISTERIO DE TRANSPORTE, Manual de Señalización Vial, dispositivos uniformes para la regulación del tránsito en calles, carreteras y ciclorrutas de Colombia, Bogotá, 2015.

públicas o privadas y requerimientos técnicos obligatorios para entidades, profesionales, autoridades y todo aquel que se encuentre responsable de la infraestructura vial.

En este manual se describen todas las actividades necesarias para el cumplimiento de la señalización de una obra, también, proporciona información acerca de las señales como señales verticales (reglamentarias, preventivas, informativas, servicios generales, turistas, dinámicas y túneles), señales horizontales, en obras, dispositivos, ciclo rutas, moto, vías y vías peatonales, semáforos, eventos especiales y buses de transito rápido[29].

[29] MINISTERIO DE TRANSPORTE, op. cit,

5. MATERIALES Y MÉTODOS

Como ya se refirió, el proyecto es realizado en sector del corredor férreo entre los pk 237+820 y 238+700 en la ciudad de Duitama, esta obra es desarrollada dentro técnicas de urbanismo del municipio el plan de ordenamiento territorial (POT) que por medio del acuerdo 010 de 2002[30], y con el apoyo de la facultad de parte del ámbito académico. Desarrollado con criterios y destrezas con el análisis de métodos, técnicas, y herramientas enfocadas en la ejecución de estas obras. Con aspectos conceptuales, herramientas utilizadas y criterios mencionados en el estado de arte de este documento.

5.1. Metodología para la realización de la topografía y urbanismo en el corredor férreo de la ciudad de Duitama

5.1.1. Efectuar un diagnóstico en la vía mencionada, frente a las condiciones sociales, ambientales, arquitectónicas y civiles de infraestructura y de las comunidades.

Reconocimiento

Para dar inicio a las obras en sitio es necesario la tramitación de permisos legales y algunos documentos importantes como: El Plan de Manejo Ambiental y el Plan de Manejo de Tráfico.

En el plan de manejo ambiental para el mejoramiento y caracterización de esta vía (vía terciaria), lo realiza la empresa BYV Ingeniería S.A.S., en este documento se identifican las herramientas necesarias para la prevención, mitigación, control y compensación de los posibles impactos ambientales que el desarrollo de este proyecto generen, por medio de la descripción de la legislación ambiental aplicables, definir el área de influencia directa “corresponde al área,

[30] Concejo municipal de Duitama, Acuerdo 010 de 2002, [en línea] [Consultado el 14 mayo de 2020], disponible en https://notinet.com.co/verdes_impuesto.php?taxesdep=411

aledaña a la construcción del alcantarillado, en la zona de las vías proyectadas del proyecto y la zona de la rivera del rio, donde se entregarán las aguas lluvias del colector, donde los impactos generales en la etapa de construcción son directos y de mayor intensidad."[31], es esta área se caracterizan los componentes biótico y físico, también, procedimientos que permitan la buena implementación de este plan, evaluación de impactos y programas ambientales para la identificación y evaluación de impactos ambientales, programas ambientales y sociales. Por último, se realizan las fichas ambientales para la toma de medidas de minimización, mitigación y control de los impactos ambientales identificados.

El plan de manejo de tráfico es elaborado por el contratista y presentado a la interventoría (Censorio Interconectares Rafael Reyes) y a Secretaria de Tránsito del municipio, este documento tiene como objeto el "mitigar el impacto generado por las intervenciones sobre los flujos peatonales y vehiculares de la avenida circunvalar en donde se ubican los tramos de obra, para brindar seguridad a los peatones, a los trabajadores de la obra y a los usuarios de la vía, mediante la señalización de la obra"[32].

Este plan menciona, planifica e implementa los flujos peatonales, señalización y trabajadores de la obra, mediante elementos como la maquinaria a utilizar, duración y horarios de trabajo, además de los usos del suelo y estratificación identificado por la secretaria de planeación del municipio, de acuerdo con el sector y actividad productiva para este caso la estratificación es de 3 y 4. Se caracteriza el estado físico de las vías (ver ilustración 3) y del área de influencia (Ver tabla

[31] BYV INGENIERIA S.AS., Plan de Manejo Ambiental, proyecto: "mejoramiento y caracterización de las vías terciarias de Chivor Boyacá" abril 2016.
[32] MANRIQUE ESPINDOLA, Ramon, Plan de Manejo de Tráfico, abril de 2016.

6), las características del tránsito y señalización. Es significativo el apoyo de las autoridades de tránsito como policías y agentes de tránsito de la jurisdicción de la zona donde se realiza la obra.

Tabla 6. *Características de las vías en el área de influencia*

VÍA	SENTIDOS	TRÁNSITO PERMITIDO	TIPO DE SUPERFICIE	ESTADO	CLASE	Intersecciones semaforizadas	Intersecciones con vías de malla vial arterial
AVENIDA CAMILO TORRES (CALLE 20)	N-S / S-N	MIXTO	FLEXIBLE	REGULAR	V-3	NP.	Carrera 18 Avenida Circunvalar
CARRERA 18	W-E/W-E	MIXTO	FLEXIBLE	REGULAR	V-5	Avenida Circunvalar Avenida Camilo Torres	Avenida Circunvalar. Avenida Camilo Torres

Fuente: MANRIQUE ESPINDOLA, Ramón, Plan de Manejo de Tráfico, 2016[33]

Posteriormente, se inicia la obra con un estudio del proyecto con un breve diagnóstico, el cual permite realizar una evaluación el estado de la vía, de acuerdo con la pobreza y desigualdad del sector, el abandono con la arquitectura, se contribuye con el medio ambiente, observando temas tales como el social y el económico, se continua con buscar un mejor bienestar para la comunidad, reconociendo los problemas y los principales actores, se detalla el mal estado de infraestructura en la malla vial del sector, de esta manera hacemos una caracterización y de acuerdo con los criterios en dicha categoría de esta vía por cuyo volumen de tránsito y la comunicación de arterias

[33] MANRIQUE ESPINDOLA, Ramon op. cit, p 16.

principales, siendo vía de primer orden en la red vial municipal, sector urbano en la carrera 20 y 20ª dentro del departamento de Boyacá en la ciudad de Duitama.

Ilustración 3. *Estado de la vía*



Fuente: Diario Extra, 2013[34]

Esta vía tiene como finalidad uso en transporte de pasajeros, carga, transporte de mercados, ya que se encuentra junto al proyecto el centro de abastecimiento de la ciudad, en algún momento fueron abastecidos por medio de la vía férrea con el trasporte de ganado, la calzada tiene un ancho de 6 metros y una longitud de 865 metros, en el carril intervenido costado oriental en sentido sur norte, la obra consta de los dos carriles cada uno en un sentido.

La utilización de esta vía tiene un tráfico promedio diario (TPD), superior a los 700 vehículos, se dice que es vía de primer orden, este proyecto beneficia a la población de cabecera municipal, en general su mayoría comerciantes del sector ferretero, parte comerciantes de la plaza y otros en

[34] SAMACÁ, Reinaldo, Suspicacias en construcción de la Carrera 20 en Duitama. En Diario Extra, Duitama, 10 diciembre de 2013.

el sector automotriz en autopartes. Teniendo una categorización con 40 en funcionalidad siendo vía de primer orden, 20 en el TPD, 20 en el diseño geométrico, 20 en población, para un total de 100. Cumpliendo con las condiciones demandadas por su población contribuyendo a la movilidad del municipio.

Este corredor se encuentra en material de afirmado con hundimientos, y desprendimientos, no tiene señalización, con ausencia de canales y diferentes obras de arte, así mismo, deterioro en la capa de rodadura a lo largo de la carrera 20 y así los aspectos como las condiciones sociales, ambientales, arquitectónicas afectando a la comunidad. Además de la contaminación del lugar ya que sobre gran parte del sector son talleres improvisados de mantenimiento para vehículos de esta manera afectando los sedimentos y cuerpos de agua, también, se modifican los patrones del uso del suelo con este tipo de invasión, con el proyecto se genera gran expectativa en mejora del entorno de la recuperación ambiental y paisajística dando una imagen amigable a la comunidad.

5.1.2. Realizar levantamiento topográfico del corredor férreo de la carrea 20 y 20ª entre los pk 237+820 y 238+700 en la ciudad de Duitama.

Un levantamiento topográfico corresponde a la operación realizada en un terreno, aportando en el área de la topografía, donde se localizan los dos canales que están diseñados en los lados de la vía férrea en costado oriental y occidental, este es significativo teniendo en cuenta las pendientes de diseño para cumplir con su caudal, es una labor algo similar a las cunetas en v, trabajo que se reconoce más en la construcción de cunetas en vías, examinando las pendientes, las cuales son relativamente pequeñas y las elevaciones tienen pequeñas diferencias con una mayor importancia en tener una mejor conducción y de esta manera recogerla en el descole y de allí conducirlas a la

red de alcantarillado que pasa junto a la vía y para este acaso se realiza el levantamiento topográfico con la información de campo, se obtuvieron datos valiosos que le dan la precisión a la ejecución de la obra.

La topografía dentro de la obra civil tiene un conjunto de procedimientos en diferentes etapas iniciando en los estudios para el anteproyecto, levantando los sitios más importantes de la obra, se inicia tomando una serie de puntos de detalles a lo largo del proyecto, estos puntos van referenciados con alta precisión por medio se sesiones de GPS que son equipos de alta precisión cada una con respectiva placa para así dar inicio a la topografía.

Los puntos de control son referencias marcadas como deltas o estaciones, estos materializados en estacas de madera y en centro un tornillo o un tornillo clavado en la superficie estable debidamente marcados para identificarlos, al cual se le dan coordenadas de geo posición, así se continua con la toma de información como son todos los detalles en el terreno, marcando el chaflán, punto que identifica a los operadores de la maquinaria el sitio exacto de la sección entre la vía y el detalle continúa, es decir, muestra en el terreno si va corte o relleno y así tener un control con el movimiento de tierras, también estas referencia sirven para dar el eje de la vía.

Es muy importante tener cuidado con las cotas en la vía, teniendo en cuenta que hay pozos de inspección y de esta manera cumplir con la rasante del proyecto, en la parte de los canales puntos a tener en cuenta que cumplan las pendientes respecto de los drenajes y de esta manera garantizar el flujo y curso del agua hacia el descole, cumplir con la geometría y perfiles tanto horizontales como verticales con los respectivos chequeos y así darles solución a todos los posibles problemas in situ.

De esta manera, se procede a determinar la geometría del trazado de la vía, con lo alineamientos de diseño, los radios definidos para las curvas empalmando con tramos rectos, y cumplir con la velocidad de diseño, vinculada de forma simétrica con la obra, para su posterior replanteo ya mencionando antes con la materialización de estacas.

Aportando en el área de la topografía, donde se localizan los dos canales que están diseñados en los lados de la vía férrea en costado oriental y occidental, este es significativo teniendo en cuenta las pendientes de diseño para cumplir con su caudal, es una labor algo similar a las cunetas en v, trabajo que se reconoce más en la construcción de cunetas en vías, examinando las pendientes, las cuales son relativamente pequeñas y las elevaciones tienen pequeñas diferencias con una mayor importancia en tener una mejor conducción y de esta manera recogerla en el descole y de allí conducirlas a la red de alcantarillado que pasa junto a la vía.

Debido a la falta de flexibilidad en las pendientes permitidas, el número y variedad de alternativas tales como partir el sentido de las pendientes, durante el reconocimiento son generalmente mucho menores que en la localización de una carretera. Para el reconocimiento se trabaja con el nivel de precisión Leica Sprinter 150, poniendo cambios a distancias de más o menos treinta metros, para tener una mejor visión a la elevación de la rasante requerida y desde el punto control, a un extremo de la línea.

Por lo anterior, la pendiente se elige de manera que el agua corra con la velocidad deseada en la sección transversal elegida para el canal, cuando se realizan estos procedimientos topográficos generalmente el nivel va adelante, poniendo estacas o dejando alguna marca de referencia para la rasante como una guía para la localización correcta de la línea y así deja la pendiente diseñada. Se

traza luego una poligonal con el nivel dejando una serie de cambios o puntos de control para posteriores trabajos y de una manera más fácil realizar estos amarres.

Concernientemente, se realiza el levantamiento topográfico a esta vía, como se indica en la ilustración 4.

Ilustración 4. *Levantamiento y replanteo vía Duitama*



Fuente: Autor

En este proceso de levantamientos topográficos consiste en tomar información necesaria para el proyecto, describiendo el terreno tomando cada punto de referencia y así complementar toda la información necesaria en campo. Por medio de estas herramientas de trabajo como estos instrumentos especializados tales como la estación Topcon 233w, con el apoyo de almacenamiento la información registrada en campo, se realiza un reconocimiento de la superficie del terreno y procede a la toma de datos, generalmente con estación total va recolectando la toma de punto a punto con su debido consecutivo y descripción, almacenando la información en el equipo.

Con los datos obtenidos en el levantamiento topográfico se realizan planos específicos del proyecto, tales como la actualización de los planos record del corredor férreo, y de esta misma

manera el replanteo topográfico requerido en cada proyecto, como en la vía de la avenida marcando en abscisado definiendo los sardineles, separadores y demás obras de arte como alcantarillado y sumideros. También se describen, particularmente las características del terreno, como los relieves o diferencias de altura que pueda tener.

Luego se realiza el nivel de precisión Leica Sprinter 150M, la cual es la herramienta perfecta para realizar el trabajo de nivelación y mediciones avanzadas. Permitiendo guardar el trabajo realizado en campo con 1.000 mediciones, para su posterior post proceso y trabajo de oficina descargando la información y compartirla a Microsoft Excel en un PC vía USB (ver ilustración 5).

Ilustración 5. Nivel de precisión, Leica Sprinter 150



Fuente: Autor

Seguido, en el cálculo de altura delta o punto de control, se determina el corte y relleno en cada absisado, que me permiten indicar el nivel de la rasante a trabajar, facilita considerablemente las tareas de nivelación.

Su precisión del 0,7 mm en 250 m, estos equipos contribuyen con la finalidad de la obra ya que de acuerdo con el manejo agilizan su desempeño en campo y de esta manera ahorran ciertos recursos en mano de obra como más ayudantes para esta labor, también se lleva el control de los materiales y así genera un menor desperdicio de materiales.

En el control de los procesos constructivos de las cunetas conductoras de aguas superficiales de escorrentías, estas recogidas por un colector, conformar mando el terreno de apoyo realizando excavaciones o rellenos hasta la cota indicada para cumplir con la pendiente, dimensiones, alineamiento y diseño señalados que cumplan con los planos de construcción. Todo el material inadecuado debe ser retirado y sustituido por un material granular apropiado, previamente aprobado por el ingeniero residente encargado de la interventoría. El material de apoyo o base, se debe compactar dando un acabado fino y firme a la superficie, según lo indicado en los esquemas tal como lo muestra en la figura anterior.

Control de niveles durante el proceso constructivo de los canales, en esta obra de derivación, son destinadas a mantener siempre, el nivel de agua dentro de un cierto rango y con la pendiente como lo observamos en las carteras de campo de material de afirmado, posteriormente la subbase y base, especialmente en los puntos terminales, con una inclinación descendente en REPLANTEO K0+180-K0+000 vemos en la ilustración 6, rodillos vibro compactador benitin, doble rodillo liso para trabajo en espacios reducidos como el canal, de fácil maniobrabilidad, de fácil operación, diseñado para compactar capa de suelos granulados y suelos mixtos. Con el apoyo del apisonador, conocido como rana, máquina diseñada para trabajo pesado, utilizada para compactar material de afirmado en el canal en las partes donde no se tiene acceso con el benitin, y el suministro del material a compactar lo hacemos con apoyo mecanizado con la ayuda del mini cargador donde los

trabajadores realizan el extendido de este, para su posterior nivelación en los puntos ya marcados en cada abscisa por la topografía.

Esta maquinaria pertenece a B&V INGENIERIA, se lleva el control del horometro para de esta manera suministrarle el combustible, con un promedio de un galón de ACPM por cada dos horas de trabajo. (Ver ilustración 6)

Ilustración 6. *Compactación de canales con benitin*



Fuente: Autor

En la ejecución de pedraplen, tanto en los controles de los materiales que intervienen, este trabajo consiste en la extensión y compactación de materiales pétreos adecuados, procedentes de excavaciones en roca, PIEDRA RAJON PAIPA - C. MASTER CAT y así se prepara la superficie de asiento, para su replanteo con estaquillado de los pies del pedraplén, con estaca y pie, y otra

desplazada de seguridad. Se realiza el replanteo periódicamente a medida que sube el pedraplén hasta cumplir con la rasante requerida en el diseño.

Luego se suministra, extendida y compactación de material seleccionado para subbase granular, la conformación y la compactación del material granular aprobado, el cual forma parte de la estructura del pavimento, ajustando las cotas y sus alineamientos tanto horizontales como verticales de una sección transversal, usando los diferentes equipos para su extendida y cereado, para así su posterior compactación con rodillos vibratorios siempre y cuando tenga la humedad apropiada y de esta manera cumplir con las densidades apropiadas mayores a 95 % de proctor modificado, para la base granular y subbase granular, de acuerdo con sus espesores de cada capa, sea proctor modificado, estos tomados in situ por técnicos enviados por el laboratorio López Hermanos y dando en resultado minutos después de hacer el ensayo. INV E 142 (AASHTO T-180). (Ver ilustración 7)

Ilustración 7. *Extendida y compactación subbase*



Fuente: Autor

En el Cuneteo, perfilado y compactación de la banca existente en estos trabajos en la superficie de la subrasante se marca un estacado en cada abscisado presente con los niveles, para alineamientos y dimensiones indicadas para su compactación para el cajeo, en el perfilado y compactación existe trabajo previo a la pavimentación, se denomina subrasante de la capa superior que sirve como superficie para la capa de afirmado, donde su nivel tiene que ser paralelo a la rasante conformando un terreno natural, mediante los cortes y rellenos previstos durante el proyecto, una vez el corte se procede a escarificar con la motoniveladora, posteriormente se realiza el extendido de los agregados pétreos, operación que se continua hasta lograr un material homogéneo, con una humedad optima, que defina el ensayo de proctor modificado, luego se emplea el rodillo liso vibratorio, donde efectuará su compactación de material hasta formar la superficie de acuerdo con los perfiles de diseño, se va inspeccionando la cota de la subrasante, esta tiene una variación de 20 cm, se realiza su debida compactación hasta alcanzar su densidad máxima del 95 % y de esta manera se determina la calidad del material suministrado por la cantera de bella vista en suelos cohesivos y en suelos granulares se alcanza la máxima de 100 %, (AASHTO T-180 método D).

Es muy determinante la densidad de cada capa compactada, (ver ilustración 8) los requisitos no serán inferiores a los siguientes: La densidad media del tramo en cada capa (Dm) deberá ser, como mínimo, el noventa por ciento (90 %) de la máxima obtenida en el ensayo proctor modificado (norma de ensayo INV E-142-07) de referencia (De) para el “relleno en general”, o el noventa y cinco por ciento (95 %) con respecto a la máxima obtenida en el mismo ensayo, cuando se verifique la compactación de la “corona” del mismo (20 cm. superiores). $Dm \geq 0.95$ De (corona) $Dm \geq 0.90$ De (relleno en general) a su vez, la densidad obtenida en cada ensayo individual (Di), deberá ser

igual o superior al noventa y ocho por ciento (98 %) del valor medio del tramo (Dm), las verificaciones de compactación se deberán efectuar en todo el espesor de la capa que se está controlando. Los tramos que no alcancen las condiciones mínimas de compactación deberán ser escarificados, homogenizados, llevados a la humedad adecuada y compactados nuevamente hasta obtener el valor de la densidad seca especificada. Todos los niveles están supervisados con chequeos en las cotas.

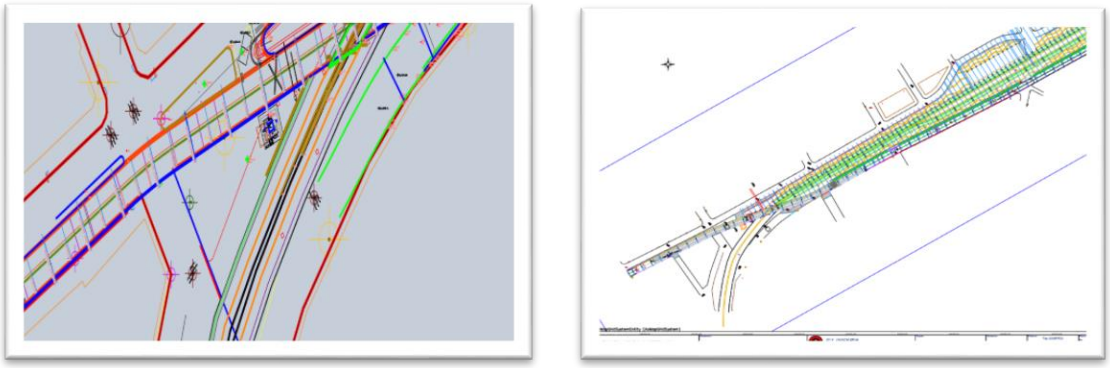
Ilustración 8. *Compactación de Agregado*



Fuente: Autor

Planos, que forman parte de los documentos del contrato, donde se muestran con precisión el diseño, la ubicación, las dimensiones y sus relaciones con otros elementos del proyecto. Suministrado por el topógrafo con el levantamiento inicial y se procede con la actualización del plano de record, que facilitan realizar las actas para su entrega final. Esta información es suministrada por los levantamientos topográficos, donde muestra los detalles del proyecto. (ver ilustración 9)

Ilustración 9. *Actualización de planos sección record, Consorcio vial Tundama. Duitama*



Fuente: Consorcio vial Tundama (2019)

5.1.3. Contribuir en el contorno con la elaboración del proyecto y dar el sentido pertenencia a los habitantes, con los beneficios sociales como la seguridad, economía, y diferentes manifestaciones deportivas y culturales.

Durante la ejecución y finalización de la construcción de la vía, es necesario fortalecer el sentido de partencia y cuidado de las obras públicas por parte de los habitantes en beneficio social y cultural de los habitantes del área construida.

Dentro del plan de manejo ambiental y el plan de manejo de tránsito, se desarrolla una programación de capacitaciones en temas sociales, ambientales, culturales, se seguridad y tránsito en obra, con el fin de fortalecer el sentido de pertenencia en esta, se realizan en su entorno junto con las personas afectadas (positivamente y negativamente) directa e indirectamente la construcción de esta vía.

Estas capacitaciones se realizan antes, durante y después de la obra, durante la obra se mantiene un contacto directo con la comunidad recibiendo peticiones, quejas y reclamos y dando las correspondientes respuestas y soluciones a estas peticiones.

Se inicia con una socialización del uso adecuado del espacio público y de acuerdo con la guía metodológica 5 [35], el cual es terreno, extensión, lugar abierto para toda la sociedad, este espacio es de propiedad estatal para el dominio y uso de la comunidad en general, donde cualquier persona puede circular por ella, lugar destinado al uso social, típico de la vida urbana en este sector, donde se puede acudir con fines culturales, deportivos y descanso. Recuperando y mejorando estos espacios, que son esenciales para el progreso en este sector de la ciudad, marcando una mejor calidad de vida urbana, y de esta manera una correcta aplicación de la normativa brindándole una mejor calidad de vida a sus habitantes.

En el caso de la recuperación de este espacio público, se tiene la prioridad en el bienestar de los habitantes, teniendo en cuenta el mejoramiento con el medio ambiente, teniendo la esencia de espacios sociales, con los componentes como la tipología del espacio público. Teniendo un conjunto de inmuebles públicos y de gran valor arquitectónico de uso colectivo y cultural, como las casonas, la cual es el almacén de la vía férrea y la casona donde es la fundación del banco Davivienda, con trascendencia a intereses de los habitantes del sector, espacios colectivos que le pertenecen a todos.

La intención es crear un sentido de pertenencia, conservando su buen estado, su adecuado uso y de esta manera darle el mejor aprovechamiento, sabiendo que es el progreso de la comunidad,

[35] MINISTERIO DE AMBIENTE, VIVIENDA Y DESARROLLO TERRITORIAL, Serie Espacio Público Guía No. 5 de Mecanismos de Recuperación del Espacio Público Bogotá, 2005

teniendo la comodidad en espacios como andenes para la circulación de los peatones, generando seguridad y confianza en la comunidad y de esta manera permitir que se active el desarrollo de esta, también se crea un sentido de pertenencia del cual todos tienen acceso y derecho, de una manera gratuita, sin distinción de condiciones, raza, religión, etc.

Este espacio público cuenta con importantes funciones en el tema de la movilidad, generando desarrollo en los diferentes sistemas de transporte en este corredor férreo, por medio del tren de carga, transporte de servicio público de pasajeros, transporte vehicular, bici usuarios, desplazamiento de personas (andenes), espacio público que cumple la función de facilitar la movilidad de la ciudad descongestionándola, conectando la ciudad con los diferentes sectores.

Es conveniente estos espacios públicos para satisfacer a la comunidad en sus necesidades y de esta manera así prevenir y controlar la inseguridad en el sector, espacios sucios y contaminados. Teniendo un ambiente paisajístico, con la preservación de estas áreas de interés recreativo y ambiental.

"Los seres humanos se comportan de acuerdo con el entorno en el que viven. Por lo tanto, un ambiente que los respete, genera en ellos un compromiso con su entorno y con las demás personas. De igual manera, un ambiente que agreda permanentemente al hombre genera, a cambio, la misma reacción. La arquitectura tiene un poder definitivo en la actitud de los ciudadanos".[36]

[36] ALCALDÍA MAYOR DE BOGOTÁ, texto basado, Decreto 1504 DE 1998, [Consultado el 01 de mayo de 2020], Disponible en http://www.minvivienda.gov.co/Decretos%20Vivienda/1504%20-%201998.pdf

6. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN

6.1. Análisis Social

La cultura y sociedad de Duitama se basa en la industria y las artesanías donde se producen cestas, pañolones de macramé, también es muy conocida por los cultivos frutales como manzana, peras, duraznos, curubas y ciruelas, se cosecha papa, trigo, maíz, frijoles y cebada entre varias hortalizas, además, es una de las ciudades más importantes en la construcción y ensamble de carrocerías, siendo reconocidas y premiadas a nivel nacional e internacional.[37]

Este proyecto se desarrolla en una vía principal del municipio de Duitama, la restauración del sector férreo de este municipio, en el que se logra mejorar las condiciones sociales y culturales que se desarrollaban mucho antes de la reparación de la vía y que su estado físico y estético no era muy favorable para el comercio.

El progreso social con el desarrollo de esta vía, se ubica el aumento del flujo vehicular, con ayuda de la construcción de dos retornos, "uno en la carrera 20 A, entre calles 17 y 18, que servirá para quienes se desplazan de la avenida de las Américas hacia la Camilo Torres y quieran ingresar al centro de la ciudad. Otro retorno será ubicado sobre la carrera 20, entre calles 10 y 11, para permitir que quienes circulan hacia las Américas puedan bajar a Mercaplaza e ingresar a estos barrios.[38]

Igualmente, el aumento del paso de peatones se construye seis (6) pompeyanos o pasos elevados, para hacer este corredor más transitado por las personas del sector, además, esta

[37] (ALCALDÍA DE DUITAMA, Nuestro Municipio, [en línea] [Consultado el 25 de marzo de 2020], Disponible en http://www.duitama-boyaca.gov.co/municipio/nuestro-municipio)

[38] ALCALDÍA DE DUITAMA, op. cit

restauración ayuda a la seguridad de las personas, ya que antes de esta obra, este sector era muy inseguro.

Además, se garantiza el comercio y acciones culturales en la vía férrea como deporte, caminatas, obras de teatro, entre otras actividades de mejora del sector y acceso al comercio como la plaza de mercado, también el acceso al sector ferretero, mecánico y la instalación de bodegas (reciclaje), lo que genera más empleo y más recursos económicos a la sociedad y al municipio.

Por lo referente, se garantiza a través de la apropiación por cuenta del uso de este espacio, teniendo el sentido de pertenencia de parte de la comunidad, incentivándolos con las actividades de aseo y buen uso del mobiliario, realizando campaña de cultura ciudadana.

6.2. Análisis Ambiental

Duitama, como ya se refirió, su principal actividad se ubica en la ciudadela industrial, donde la gestión ambiental es de vital importancia ya que en muchas ocasiones la competitividad y las técnicas para el mejoramiento ambiental no son las adecuadas para mitigar los impactos generados.

Disgregando al tema ambiental en la obra desarrollada, es factor relevante para la competitividad en el mercado ya que desde esta gestión se generan y mejoran las técnicas en la su función principal de cada empresa, obra y/o municipio; el ser humano como su principal actor y su interacción con la naturaleza, por medio de las áreas ambientales se pretende que esta relación debe ser armoniosa, y para que esta relación funcione es necesario la inclusión de más actores como el empresarial.

Por lo referido, la gestión ambiental empresarial, procura reducir, controlar y/o eliminar los posibles impactos ambientales que se genera en la empresa, obra, municipio y/o el ser humano. Para hacer esto posible es necesario conocer sobre los aspectos e impactos negativos y positivos ocasionados por la entidad, para hacer toma de decisiones como la compensación, la minimización, la prevención o la corrección de estos impactos según sea el caso. [39]

Enfocando en el desarrollo de esta obra, el plan de gestión ambiental se encamina al mejoramiento y caracterización de la vía del corredor férreo de Duitama, en el que se define la legislación ambiental aplicable para este proyecto, también el área de influencia y la evaluación de aspectos e impactos ambientales.

El área de influencia corresponde al corredor férreo en zonas aledañas a la construcción del alcantarillado, se tuvo en cuenta la zona de influencia indirecta como construcciones, por la generación de ruido, excavación generando material particulado, afectando a la comunidad que viven en este sector.

Las acciones de este plan, se realizan por medio de programas de implementación, en estos incluyen cronogramas de actividades, se enfocan la mitigación de problemas ambientales al agua, aire, suelo, fauna, flora y las molestias a la comunidad, se realizan capacitaciones al personal de obra y a la comunidad afectada directa e indirectamente, se elaboran programas para la disposición de residuos sólidos generado de las excavaciones y demoliciones, el almacenamiento temporal de escombros y sobrantes. [40]

[39] JIMÉNEZ OROZCO, Hilda Lucía. Análisis del manejo ambiental en las empresas ubicadas en la ciudadela industrial. Duitama – Boyacá, Colombia, Revista electrónica sobre Cuerpos Académicos y Grupos de Investigación en Iberoamérica, 2016.

[40] BYV INGENIERÍA S.A.S, Plan de Manejo Ambiental, op. cit

A pesar de que esta obra tuvo una duración de tres administraciones departamentales, es decir, por más de 8 años en ejecutarse, generó grandes impactos negativos ambientales, pero de acuerdo al PMA (plan de manejo ambiental) de la obra, se logró ejecutar de manera adecuada y segura este plan en la obra.

6.3. Análisis Arquitectónico

En el análisis arquitectónico, se basa en la función del espacio con el que cuenta el corredor vial, con accesibilidad y un ambiente paisajístico ligado a las condiciones sociales, culturales y económicas del sector. Con una arquitectura contemporánea acorde con el diseño de la ciudad, cuenta con emblemáticas casonas dentro del proyecto, en la cual funciona una fundación y en la otra es el almacén del consorcio Ibines, encargados del transporte férreo.

Luego de determinar el análisis que se realiza antes de desarrollar el proyecto, son espacios abandonados, donde colindan con casas en estado de abandono, rodeados de talleres de mecánica improvisados sobre la vía, y precarias zonas verdes. Se determina la vulnerabilidad sísmica, con patología y diagnóstico crítico en con el estado de las casas del sector, que concluye con la demolición de estas.

Dentro del levantamiento arquitectónico, en el sector se observó el mal estado y las condiciones de los materiales, tales como concreto y acero en estado de deterioro, otros elementos como muros en adobe en degradación con agentes como atmosféricos, biológicos y antrópicos, estas lesiones atienden a causas de fallo estructural y vandalismo, alterando los aspectos de la edificación hasta llegar a la destrucción de ellos, muestra todas las afectaciones que tiene la estructura y sus deficiencias.

Hay que tener en cuenta que cuando se construyó era una época en que no existían normas que regularán esta clase de lugares. El concepto técnico, detallado y objetivo. Sin embargo, antes de la demolición de estas edificaciones se pide concepto a la Sociedad de Arquitectos e Ingenieros Duitama.

Se considera que la calidad de los materiales usados y está por debajo del 50 % de las exigencias de las normas actuales. Lo que lleva a los índices de vulnerabilidad calculados, flexibilidad y sobre esfuerzo, sumado a décadas de deterioro, con la posibilidad de que las estas edificaciones fallen. Con el agravante de que se puede presentar un evento sísmico teniendo en cuenta que es zona de alta amenaza sísmica.

Lo cierto es la estructura de la gran mayoría de viviendas, están en muy mal estado y unas en estado de abandono, por lo que se considerada en estos casos la demolición de ellas.

Oportunidad de construir un gran proyecto atractivo para la comunidad, hacer un entorno en cuanto a infraestructura vial, amplios accesos peatonales uniendo la ciudad, con zonas verdes, ya si tiene o cuenta con parte histórica y su entorno conservando la arquitectura y las casonas dentro del proyecto.

Teniendo en cuenta el espacio público en la ciudad. Las variables tales como física, social y económica dentro de la relación entre la arquitectura y el espacio público. Se da reconocimiento de la complejidad urbana y sus problemáticas, y así desarrollar un proyecto armonioso satisfaciendo a la comunidad en general.[41]

[41] UNIVSERSIDAD DE SAN BUENAVENTURA, CALI, Componente de proyectos, Arquitectura USB, 2017 [en línea] [Consultado el 03 de agosto 2020] disponible en https://www.usbcali.edu.co/sites/default/files/2017_componente_de_proyectos_2016-01-25.pdf

6.4. Análisis Económico

Esta obra fue planteada como el proyecto de "Conectividad Anillo Turístico Regional y renovación Ambiental del Corredor Vial de la Media Luna, en el año 2011, en el que se invertiría 12 mil millones de pesos, con el fin de construir la vía entre las carreras 20 y 20A, y mejorar la calidad de vida de la comunidad afectada directa e indirectamente, el comercio, la seguridad y la movilidad en la ciudad, en este primer plan se tendría más de un hectárea de zonas verdes y 7 mil metros cuadrados de vías peatonales.

Como bien se ha mencionado, esta obra duró en ejecutarse durante 3 administraciones departamentales, esta obra tuvo 20 modificaciones, en el gobierno de Carlos Amaya 2016 – 2019, se invirtió más dinero para que esta obra se culminara en el menor tiempo posible, de acuerdo con el gobernador Amaya, en entrevista con el periódico Siete Días, menciona que se invirtieron 7.645.000.000 "Esta obra fue un proyecto difícil, literalmente una pesadilla que me dio muchos problemas, pero que hoy es una realidad" aseguró Amaya Rodríguez.[42]

Esta obra es entregada a inicios del año 2019, con la pavimentación de dos tramos del corredor que permite el paso vehicular entre la avenida de Las Américas y la Avenida Camilo Torres, en el sector comprendido entre las calles 9 A y 11 y entre las calles 16 y 17. También se construyó el paralelo a la vía férrea, el cual tiene plazoletas peatonales con acabado en adoquín y losetas de concreto y el alumbrado público se instaló por gestión de la Alcaldía de Duitama.[43]

[42] PERIÓDICO SIETE DÍAS, Por fin entregaron las obras de la carrera 20 en Duitama, 2019 [en línea] [consultado el 01 agosto de 2020] en https://boyaca7dias.com.co/2019/03/29/por-fin-entregaron-las-obras-de-la-carrera-20-en-duitama/#

[43] PERIÓDICO SIETE DÍAS, op. cit

7. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Con la realización de esta investigación se concluye:

Se realiza un diagnóstico de la vía, frente a condiciones sociales, culturales, ambientales, arquitectónicas y civiles de infraestructura, deduciendo que la seguridad en esta zona estaba decayendo, no había un flujo de vehículos y peatones por el estado y las condiciones de esta (en deterioro).

Con la renovación de esta vía, aumentó la circulación de peatones y el flujo vehicular mejoró en la ciudad, ya que por medio de la ejecución de este proyecto los vehículos que transitaban a los alrededores y formaban congestión vehicular ya transitan con un mejor flujo.

Se desarrolla un levantamiento topográfico del corredor férreo de la carrera 20 y 20A junto con la nivelación de los canales en los costados de la vía férrea considerándose muy útil para el tránsito y también en levantamientos iniciales, como replanteo de los diseños, así recaudando la mayor cantidad de información de campo, llevando un control preciso en las cantidades, apreciándose a través de los planos record y las actas de liquidación llevando a la interpretación del urbanismo contemplado en el terreno de una manera práctica, según la representación de sus diseños, trazados de los perfiles como lo notamos en las pendientes de los canales, trazado de la vía.

De tal modo que, si hay mejor y mayor flujo de peatones y vehículos, el comercio cambió y es sobresaliente en actividades como cafeterías, bodegas de reciclaje, encomiendas de transportes intermunicipal y el tránsito de Duitama, generando más empleo, mejorando la cultura y la seguridad en esta zona.

A pesar de que la obra hubiese durado tanto tiempo, y con más de 15 modificaciones en su proceso y las adiciones económicas, la obra es entregada a cabalidad y los mejoramientos de tipo, social, cultural y de seguridad que se habían planeado desde el inicio del proyecto, se aliviaron en el momento de la entrega.

Con la terminación de este proyecto, en la implementación del Plan de Manejo Ambiental y el Plan de Manejo de Trafico, junto con las capacitaciones realizadas antes, durante y después del proyecto, se genera conciencia y sentido de pertenencia por parte de los habitantes, en torno a los beneficios sociales (expresiones deportivas y culturales), de seguridad, economía y medio ambientales de este sector.

A futuro, para el desarrollo de obras o contratos en este y otros municipios, lo ideal es que se respeten los tiempos, cronogramas, personal adecuado y la verificación de los recursos económicos que se aplicarían para cada proyecto, con el fin de que las obras no queden a medias o no sean ejecutadas en su totalidad, afectado a la comunidad el medio ambiente y al municipio.

8. GLOSARIO

ACARREO: Consiste en el transporte de materiales desde los sitios de excavación o producción, hasta los sitios de disposición o aplicación (El Sitio o El Bote).

ACELERADOR: Sustancia que, al añadirla al hormigón, mortero o enlucido, aumenta la relación de hidratación de un cemento hidráulico, disminuye el tiempo de fraguado o aumenta el tiempo de endurecimiento.

ACONDICIONAMIENTO: Trabajo realizado en área o terreno para facilitar las actividades constructivas a realizar.

ADITIVOS: Material diferente del agregado, utilizado para modificar, mejorar o impartir propiedades especiales a las mezclas de concreto.

AGREGADOS: Comprenden las arenas, gravas naturales y la piedra triturada utilizadas para preparar morteros y concretos.

ALBAÑILERÍA: Término aplicado a cualquier cosa construida con piedra, ladrillo, baldosas, cemento, hormigón y materiales similares.

ALCANTARILLA: Una alcantarilla es una obra de fábrica destinada a evacuar las aguas

AMORTIZACIÓN DE ANTICIPO: Es el reintegro por parte del ejecutor del anticipo otorgado en cada uno de los pagos parciales solicitados por este al ente contratante. Este reintegro es proporcional al porcentaje de anticipo entregado.

AMPLIACIÓN: Consiste en la construcción de otro espacio que se requiera en una vivienda o sitio determinado.

ANÁLISIS DE PRECIO UNITARIO: Calculo realizado a las partidas que conforman un presupuesto, de acuerdo a los precios que se manejen en el mercado.

APUNTALAR: Sujetar alguna cosa con puntales, especialmente un edificio, para reforzarla o para que no se derrumbe. A la hora de vaciar el concreto de una losa, por ejemplo, se utilizan puntales para sujetar el encofrado.

ARENA LAVADA: Agregado que se utiliza para la elaboración de concreto.

ARMADURA: Barras de acero embebidas en el hormigón para incrementar su capacidad de resistencia a la flexión**.**

ASTM: Organización Internacional de Desarrollo de Normas más grande del mundo. American Section of the International Association for Testing Materials.

BASE: Esta capa tiene por finalidad, la de absorber los esfuerzos trasmitidos por las cargas de los vehículos y, además, repartir uniformemente Estos esfuerzos a la sub - base y por medio de esta al terreno de fundación. Por lo general la capa base se emplea piedra triturada o chancada, grava o mezclas estabilizadas, etc.

BASE DE PAVIMENTO (Losa de Fundación): En edificaciones, capa de concreto estructural, con o sin armadura de refuerzo, apoyada sobre tierra.

BITÁCORA: Libreta oficial y de carácter legal que sirve como instrumento de comunicación entre la Dependencia, el Contratista y el Supervisor, en la cual se asientan los hechos y asuntos sobresalientes que de alguna manera afecten al proyecto o a la misma ejecución de la obra.

CNAL: Es el producto que se obtiene calcinando la piedra caliza por debajo de la temperatura de descomposición del óxido de calcio.

CANTERA: Es una explotación minera, generalmente a cielo abierto, en la que se obtienen rocas industriales, ornamentales o áridas.

CAPA DE RODADURA: Su función primordial será proteger la base impermeabilizando la superficie, para evitar así posibles infiltraciones del agua de lluvia que podría saturar total o parcialmente las capas inferiores. Además, evita que se desgaste o se desintegre la base a causa del tránsito de los vehículos.

CARGAS: Son fuerzas externas que actúan sobre una estructura, cargas sísmicas, cargas por nieve, cargas por viento, etc.

CARPETA ASFÁLTICA: Última capa de asfalto que se construye en una vialidad.

CARRETILLA: Carro pequeño de mano, generalmente de una sola rueda, con un cajón para poner la carga y en la parte posterior dos varas para dirigirlo y dos pies en que descansa, utilizado en las obras para trasladar arena y otros materiales.

CEMENTO BLANCO: Es un tipo de *cemento portland* de un color gris muy claro (blancura mayor del 85 %), empleado tanto en piezas prefabricadas como en acabados de suelos y albañilería en general.

CEMENTO HIDRAULICO: Cemento que es capaz de fraguar y endurecer al reaccionar sus elementos con el agua.

CEMENTO PLASTICO: Es un sellador asfáltico, fibroso, de curado medio, de alto contenido de sólidos.

CEMENTO PORTLAND: Cemento hidráulico que se obtiene al calcinar una mezcla de arcillas y piedra caliza en un horno para pulverizar posteriormente la mezcla obtenida.

CEMENTO HIDRÓFUGO: Tipo de cemento que se vuelve estanco al agua, que se emplea en las obras de fábrica de ladrillo, bloques de hormigón y enlosado, así como en el estucado.

Cimentación: Parte fundamental de una edificación, es la base de apoyo de cualquier construcción, es un sistema formado por el suelo y los elementos de soporte, existen dos tipos de

cimentación, superficial y profunda.

COHESIÓN: Propiedad del concreto que describe la facilidad o dificultad que tiene la pasta de cemento y la mezcla con los agregados, de atraerse para mantenerse como suspensión en el concreto, evitando la disgregación de los materiales. Esto debido al exceso de finos en la arena. A la fuerza de cohesión que es la atracción entre moléculas que mantiene unidas las partículas de una sustancia.

CONCRETO: (mezcla de piedras, cemento y arena). Densidad 2200, 2400 K/m^3.

CONCRETO ALIGERADO Se utiliza para reducir peso en las estructuras y cargas a la cimentación; o cuando se requiere aislamiento térmico y acústico.

CONCRETO ARMADO En su interior tiene armaduras de acero, debidamente calculadas situadas. Este concreto es apto para resistir esfuerzos de tracción y compresión.

CONCRETO CICLÓPEO: Mezcla de concreto con piedras de un diámetro aproximado de 20 a 25 cm llamadas rajón o piedra bola.

CONCRETO POBRE: Concreto cuya resistencia Rcc = 28 días oscila entre 100 y 70 kg/cm2. Es el concreto de baja resistencia, que equivale a tener poca cantidad de cemento y/o su relación agua cemento es alto, su f´c = 100 kg/cm2 aproximadamente, (f´c = resistencia del concreto a los 28 días de acuerdo al reglamento al ACI).

CONCRETO POSTENSADO: Aquel hormigón al que se somete, después del vertido y fraguado, a esfuerzos de compresión por medio de armaduras activas (cables de acero) montadas dentro de vainas o torones. En el postensado las armaduras se tensan una vez que el hormigón ha adquirido su resistencia característica (28 días).

CONCRETO PREMEZCLADO: Se dosifica en plantas, en lugares convenientes y se entrega en las obras en camiones, casi siempre del tipo con mezcladora montada en el camión. Este pude mezclarse en el recorrido o al llegar a la obra.

CONCRETO PRETENSADO: Es un hormigón al cual, antes de la puesta en servicio (Vaciado), se le introducen esfuerzos de compresión mediante cables o alambres de acero previamente tensados.

CONCRETO PROYECTADO: El concreto proyectado es un material que se coloca mediante impulsión neumática, lanzándolo a alta velocidad contra una superficie determinada

CONTRATISTA: La persona que celebra contratos de Obras Públicas y de Servicios Relacionados con las Mismas.

COMPACTACIÓN: Aumento de la densidad del suelo, ya sea en la superficie o más comúnmente en la profundidad, provocada por el deterioro gradual de los niveles de materias orgánicas y de actividad biológica en suelos cultivados y por las labores mecánicas del cultivo y tráfico de maquinarias

CURADO: El objetivo principal del curado es el de evitar que se evapore el agua de la mezcla, lo que podría producir grietas de retracción debido a la pérdida de humedad y alteraciones en la relación agua/cemento de la mezcla, lo que incide directamente en su resistencia. Para obtener mejores resultados, se recomienda humedecer el concreto durante los primeros 7 días de vaciado. El curado es el mantenimiento de un adecuado contenido de humedad y temperatura en el concreto a edades tempranas, de manera que éste pueda desarrollar las propiedades para las cuales fue diseñada la mezcla. Incluye todas las operaciones que mejoran la hidratación después que ha fraguado el concreto. Un buen curado produce un concreto más fuerte e impermeable.

DUCTILIDAD: Capacidad de deformación una vez rebosado el límite de proporcionalidad. En ingeniería sísmica capacidad que posee los componentes de un sistema estructural de hacer incursiones alternantes en el dominio inelástico sin perdida apreciable de su capacidad resistente. La ductilidad es la capacidad de un elemento cualquiera en sufrir deformaciones plásticas sin perder su resistencia. Esta deformación o distorsión, disipa energía del terremoto. Con este concepto se puede explicar porque es mucho más difícil romper una cuchara metálica antes que una de plástico. Ya que después de doblar la cuchara para adelante y detrás en varios ciclos, el metal permanecerá intacto, aunque algo distorsionado. En cambio, la cuchara plástica se romperá en los primeros ciclos. Por esto se deduce que el metal es mucho más dúctil que el plástico.

ENCOFRADO: Recintos o moldes de madera o metal que retienen el hormigón fresco hasta su fraguado y endurecimiento.

ESPECIFICACIONES: Conjunto de disposiciones, requisitos e instrucciones particulares para una obra determinada, que modifican, adicionan o sustituyen a las normas correspondientes en lo que, a ejecución, equipamiento y puesta en servicio de la obra se refiere.

FRAGUADO: Endurecimiento consistente del concreto.

GRANULOMETRIA: Cantidad y tamaño de los agregados, los cuales son importantes debido a su efecto en la dosificación, trabajabilidad, economía, porosidad y contracción del concreto.

GRAVA término que se le da en geología y construcción, a las rocas con un tamaño granular específico.

GEOTÉCNICA: ciencia que trata sobre la aplicación de la geología a la ingeniería.

Interventor: Es el encargado de efectuar actividades técnicas y científicas para verificar, medir y comprobar que los bienes y servicios entregados por el contratista cumplen con las especificaciones

escritas en el contrato; vigila permanentemente las actividades técnicas, financieras y administrativas del contrato.

LOSA MACIZA: Estructura monolítica de dimensiones preponderantes en las direcciones longitudinales y transversales armada en una sola dirección.

LOSA NERVADA Son un tipo de Cimentaciones por losa que, como su nombre lo indica, están compuestas por vigas a modo de nervios.

LOSA DE FUNDACION Cimentación compensada o losa flotante.

MORTERO: Cualquier material pastoso con consistencia suficiente que sirva para cubrir muros, tabiques y techos de un edificio. Antiguamente, se utilizaba un mortero a base de cal, arena, fibra y agua. Hoy día se emplea la mezcla del cemento Portland con arena y agua.

MURO: Construcción vertical para encerrar espacio, retener tierra o almacenar materiales, comúnmente formados de mampostería o concreto reforzado, son elementos rígidos y deben soportar fuerzas laterales menores para garantizar su estabilidad, destinados estructuralmente para soportar cargas verticales. Elementos estructurales, verticales, de relativamente pequeño espesor, de muy diversos materiales y clases que pueden o no formar parte de la estructura unitaria de la edificación, por lo cual se originan los nombres de muros de carga, divisorios y de relleno.

PAVIMENTO: Es un suelo o superficie artificial formada por diversos materiales y con distintas soluciones constructivas, que tienen la misión de conseguir que el piso de las calles, viviendas y edificios en general sea sólido, resistente y que cumpla las condiciones necesarias para un uso perfecto.

PILOTE: Se denomina pilote a un elemento constructivo utilizado para cimentación de obras, que permite trasladar las cargas hasta un estrato resistente del suelo, cuando este se encuentra a

una profundidad tal que hace inviable, técnica o económicamente, una cimentación más convencional mediante zapatas o losas.

PLOMADA: Instrumento compuesto por una pesa cilíndrica o cónica de metal que se sujeta al extremo de una cuerda para que esta tensada por la fuerza de la gravedad, señale la línea vertical.

RACEO: Palo cilíndrico que sirve para igualar las medidas de los áridos.

RESISTENCIA DEL CONCRETO A COMPRESION: La resistencia a la compresión se puede definir como la máxima resistencia medida de un espécimen de concreto o de mortero a carga axial. Generalmente se expresa en kilogramos por centímetro cuadrado (Kg/cm2) a una edad de 28 días se le designa con el símbolo f'c.

RESISTENCIA DEL CONCRETO A TRACCIÓN: El valor de la resistencia a la tensión del concreto es aproximadamente de 8 % a 12 % de su resistencia a compresión y a menudo se estima como 1.33 a 1.99 veces la raíz cuadrada de la resistencia a compresión.

RECUBRIMIENTO: En términos generales, un recubrimiento anticorrosivo se define como una mezcla o dispersión relativamente estable de un pigmento en una solución de resinas

RELACION AGUA /CEMENTO: La relación agua/cemento conocida como a/c, es la proporción utilizada para obtener las diferentes mezclas tanta obtención de morteros hormigones.

Solado: revestimiento de un piso con ladrillos, losas y piedras.

SUB-BASE: Servir de drenaje al pavimento. El material de la subbase debe ser seleccionado y tener mayor capacidad de soporte que el terreno de fundación compactado. Este material puede ser arena, grava, escoria de altos hornos o residuos de material de cantera. Si la función principal de la subbase es de servir de capa de drenaje, el material a emplearse debe ser granular, y la cantidad de material fino (limo y arcilla) que pase el tamiz No. 200 no será mayor del 8 %.

SUBRASANTE: El suelo preparado y compactado para soportar una estructura o un sistema de pavimento.

Se define así al terreno de fundación de los pavimentos, pudiendo estar constituida por el suelo natural del corte o de la parte superior de un relleno debidamente compactado.

Terraplén: En Ingeniería Civil se denomina terraplén a la tierra con que se rellena un terreno para levantar su nivel y formar un plano de apoyo adecuado para hacer una obra

TESTIGOS: Son normalmente utilizados para medir la resistencia a la compresión para garantizar que el concreto (hormigón) despachado a determinado proyecto cumple con los requerimientos especificados y con el control de calidad.

TOPOGRAFÍA: Técnica que consiste en describir y representar en un plano la superficie o el relieve de un terreno.

VACIADO: El vaciado es un procedimiento para la reproducción de esculturas o relieves. Se consigue aplicando al modelo yeso líquido, gelatina, fibra de vidrio, etc. y esperando a que se endurezca para confeccionar el molde.

VIGA: Elemento horizontal o ligeramente inclinado, que salva una luz y soporta una carga que le hace trabajar por flexión.

ZAPATA: Una zapata es un tipo de cimentación superficial (normalmente aislada), que puede ser empleada en terrenos razonablemente homogéneos y de resistencias a compresión medias o altas.

9. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CONCEJO MUNICIPAL DE DUITAMA, Acuerdo 010 de 2002, [en línea] [Consultado el 14 mayo de 2020], disponible en https://notinet.com.co/verdes_impuesto.php?taxesdep=411. (s.f.).

ALCALDÍA DE DUITAMA, Nuestro Municipio, [en línea] [Consultado el 25 de marzo de 2020], Disponible en http://www.duitama-boyaca.gov.co/municipio/nuestro-municipio . (s.f.).

ALCALDIA DE DUITAMA, Plan de acción de los objetivos de desarrollo del milenio, Boyacá Construye [en línea], Duitama: 2016. [Consultado el 22 de marzo de 2020], Disponible en https: https://www.dapboyaca.gov.co/descargas/odm/tundama/duitama.pdf. (s.f.).

AMERICAN ASSOCIATION OF STATE HIGHWAY AND TRANSPORTATION OFFICIALS. (2001). A policy on geometric design of highways and streets. Washington, D.C.: American Association of State Highway and Transportation Officials. (s.f.).

BYV INGENIERIA S.AS., Plan de Manejo Ambiental, proyecto: "mejoramiento y caracterización de las vías terciarias de Chivor Boyacá" abril 2016. (s.f.).

CALIFORNIA DEPARTMENT OF TRANSPORTATION, 2. [. (s.f.).

CONGRESO DE LA REPUBLICA, Ley 1228 de 2008, [Consultado el 26 de febrero de 2020], Disponible en https://www.devimed.com.co/ https://www.devimed.com.co/descarga/LEY%201228%20DE%202008%20(7).pdf. (s.f.).

CONSEJO NACIONAL DE POLÍTICA ECONÓMICA Y SOCIAL. Documento Conpes 3718, Política Nacional de Espacio Público, Bogotá, 2012. (s.f.).

EL PRESIDENTE DE LA REPÚBLICA DE COLOMBIA, Decreto 1504 DE 1998, [Consultado el 11 de mayo de 2020], Disponible en http://www.minvivienda.gov.co/Decretos%20Vivienda/1504%20-%201998.pdf . (s.f.).

GOBERNACIÓN DE BOYACÁ, Alcaldía de Duitama por veredas, [en línea] [Consultado el 24 de marzo de 2020], disponible en https://www.dapboyaca.gov.co/wp-content/uploads/2015/06/DUITAMA-VEREDAL.pdf . (s.f.).

INSTITUTO NACIONAL DE VIAS, Manual de Diseño Geométrico de Carreteras, Bogotá, 2008. . (s.f.).

INSTITUTO NACIONAL DE VÍAS. Guía de manejo ambiental de proyectos de infraestructura, subsector vial, Bogotá, abril de 2011. . (s.f.).

JIMÉNEZ OROZCO, Hilda Lucía. Análisis del manejo ambiental en las empresas ubicadas en la ciudadela industrial. Duitama – Boyacá, Colombia, Revista electrónica sobre Cuerpos Académicos y Grupos de Investigación en Iberoamérica, 2016. (s.f.).

MANRIQUE ESPINDOLA, Ramon, Plan de Manejo de Tráfico, abril de 2016. (s.f.).

Manual de Diseño Geométrico de Carreteras, realizado por Instituto Nacional de Vías (INVIAS), . (s.f.).

MINISTERIO DE AMBIENTE, VIVIENDA Y DESARROLLO TERRITORIAL, Serie Espacio Público Guía No. 5 de Mecanismos de Recuperación del Espacio Público Bogotá, 2005.

(s.f.). Obtenido de http://www.minvivienda.gov.co/POTPresentacionesGuias/Gu%C3%ADa%20Recuperaci%C3%B3n.pdf

MINISTERIO DE TRANSPORTE, Manual de Señalización Vial, dispositivos uniformes para la regulación del transito en calles, carreteras y ciclorrutas de Colombia, Bogotá, 2015. (s.f.).

NEW YORK, DEPARMENT OF TRANSPORTATION, Highway Design Manual, 2018 [en línea] [Consultado el 26 de abril de 2020], disponible en https://www.dot.ny.gov/divisions/engineering/design/dqab/hdm/hdm-repository/chapt_02.pdf. (s.f.).

PERAHIA, RAQUEL. Las Ciudades y su Espacio Público, 01 junio de 2007 [en línea] [Consultado el 30 de abril de 2020], http://www.ub.edu/geocrit/9porto/perahia.htm. (s.f.).

PERIÓDICO SIETE DÍAS, Por fin entregaron las obras de la carrera 20 en Duitama, 2019 [en línea] [consultado el 01 agosto de 2020] en https://boyaca7dias.com.co/2019/03/29/por-fin-entregaron-las-obras-de-la-carrera-20-en-duitama/#. (s.f.).

Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente (NSR-10). (2010). Titulo I. En R. C. (NSR-10), *Titulo I* (págs. I-5).

SAMACÁ, Reinaldo, Suspicacias en construcción de la Carrera 20 en Duitama. En Diario Extra, Duitama, 10 diciembre de 2013. (s.f.).

TOPOGRAPHIC – MAP.COM, mapas topográficos Duitama, [Consultado el 24 de marzo de 2020], Disponible en https://es-co.topographic-map.com/maps/rs8z/Duitama/. (s.f.).

UNIVSERSIDAD DE SAN BUENAVENTURA, CALI, Componente de proyectos, Arquitectura USB, 2017 [en línea] [Consultado el 03 de agosto 2020] disponible en https://www.usbcali.edu.co/sites/default/files/2017_componente_de_proyectos_2016-01-25.pdf . (s.f.).