DISEÑO PLACA HUELLA

DOCUMENTO DISEÑO PLACA HUELLA

0

CONSULTORIA: “CONTRATAR LOS ESTUDIOS Y DISEÑOS PARA EL MEJORAMIENTO DE VIAS TERCIARIAS CON LA CONSTRUCCIÓN DE PLACA HUELLA EN DIFERENTES PUNTOS CRITICOS DISPERSOS EN LA ZONA RURAL DEL MUNICIPIO DE CHAPARRAL TOLIMA – PROYECTO BPIM NO 2024731680003”.

PROYECTO: "MEJORAMIENTO DE VÍAS TERCIARIAS CON LA CONSTRUCCIÓN DE PLACA HUELLA EN DIFERENTES PUNTOS CRÍTICOS DISPERSOS EN LA ZONA RURAL DEL MUNICIPIO CHAPARRAL, TOLIMA."

DISEÑO DE PLACA HUELLA



CONSULTOR: INTERVENTORÍA CONSTRUCCIONES PROYECTOS ICONYP S.A.S

RESPONSABLES:

HECTOR MANUEL LOZADA MURCIA

SANTIAGO SANCHEZ SUAREZ

Proyecto: "MEJORAMIENTO DE VÍAS TERCIARIAS CON LA CONSTRUCCIÓN DE PLACA HUELLA EN DIFERENTES PUNTOS CRÍTICOS DISPERSOS EN LA ZONA RURAL DEL MUNICIPIO CHAPARRAL, TOLIMA."

VERSIÓN 1.0

MAYO DE 2024

Dirección: Calle 3 No. 10 – 15 Torre B Apto 301; Conjunto Fontenova (Barrio Belén)
Teléfonos de Contacto: 320 251 77 78 – 2 65 59 12
Correo Electrónico: ing.lozada@hotmail.com

TABLA DE CONTENIDO

1 Introducción 6
2 Objetivos del Diseño 8
2.1 Objetivo Principal 8
2.2 Objetivos Secundarios 9
3 Alcance del Diseño 10
4 Información General del Proyecto 13
4.1 Localización General 13
4.2 Localización Específica 14
4.3 Características del proyecto 20
4.4 Fuentes de Información 20
4.5 Responsabilidad del Diseño 21
5 Parámetros de Diseño 22
5.1 Estudio de Tránsito 22
5.2 Tránsito Promedio Diario Estimado (TPDE) 22
5.3 Resultados aforo vehicular 22
5.4 Corredor Las Hermosas. 23
5.5 Proyección del Transito – Tramo Las Hermosas. 24
5.6 Transito Normal Futuro: 25
5.7 Transito atraído futuro: 25
5.8 Tránsito generado Futuro: 26
5.9 Equivalencia ejes 8.2 Ton. 26
5.10 Exploración Geotécnica 26
5.11 Vehículo de diseño 27
5.12 Diseño estructura de pavimento 29
6 Recomendaciones constructivas 33
7 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES 42

INDICE DE TABLAS

Tabla 1 - Estado de Revisión y Aprobación del Estudio 4
Tabla 2 - Control de Cambios del Estudio 5
Tabla 3 – Segmentos viales objeto de estudio 11
Tabla 4 – Resumen resultados ensayos de laboratorio realizados 27

INDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1 – Localización general del proyecto 13
Ilustración 2 – Ubicación de las vías objeto de estudio 19
Ilustración 3. Esquema conformación Placa Huella. Cartilla OBRAS MENORES DE DRENAJE Y ESTRUCTURAS 20
Ilustración 4. Resumen de conteo aforo Las Hermosas. 23
Ilustración 5. Resumen aforos Por Horas. 24
Ilustración 6. Parámetros de entrada para proyección de tránsito. 24
Ilustración 7.Distribución promedio de acuerdo al tipo de Vehículos. 25
Ilustración 8. Proyección tránsito a Futuro. 25
Ilustración 9.Esquema en planta de la Berma-Cuneta 34
Ilustración 10. Perfil y detalles de la Berma-Cuneta 34
Ilustración 11. Corte trasversal distribución acero placa huella. 36
Ilustración 12. Sección trasversal Riostra. 36
Ilustración 13. Sección longitudinal riostra placa huella. 37
Ilustración 14. sección Longitudinal huellas 37
Ilustración 15 – Parámetros de Diseño Geotextil de Separación 39
Ilustración 16 – Criterios de Escogencia Geotextil de Separación 40
Ilustración 17 – Parámetros de Diseño Geotextil de Separación 40
Ilustración 18. sección típica de la placa huella. 42

ESTADO DE REVISIÓN Y APROBACIÓN

Elaboró	**Nombre:**	Héctor Manuel Lozada Murcia
	Matricula Profesional:	70202 – 173945 TLM
	Cargo:	Asesor en Pavimentos
	Firma:	
	Fecha:	25/05/2024
	Versión:	0.0

Revisó y Aprobó	**Nombre:**	Santiago Sánchez Suárez
	Cargo:	Consultor
	Firma:	
	Fecha:	25/05/2024
	Versión:	0.0

VoBo.	**Nombre:**	Juan Carlos Culma Ramírez
	Cargo:	Secretario de Planeación e Infraestructura
	Firma:	
	Fecha:	25/05/2024
	Versión:	0.0

Tabla 1 - Estado de Revisión y Aprobación del Estudio

CONTROL DE CAMBIOS

No.	Fecha	Versión	Detalle de las Observaciones realizadas	Detalle de los cambios efectuados	Responsable Solicitud de Cambi
1	25/05/2024	0.0	N.A	N.A	N.A
2	24/06/2024	1.0	Actualización de aceros de acuerdo a la cartilla Colombia rural.	Se modifico la distribución de los aceros en cada elemento estructural de la placa huella y aclaraciones en las conclusiones.	Revisor gobernación de acuerdo a la lista de chequeo.
3	-	-	-	-	-
4	-	-	-	-	-
5	-	-	-	-	-

Tabla 2 - Control de Cambios del Estudio

1 Introducción

En cumplimiento de los requisitos contractuales para inversión en proyectos de infraestructura vial presentados a la Gobernación del Tolima, se hace entrega mediante el presente documento del Diseño de Estructura de Placa Huella necesario para el proyecto "MEJORAMIENTO DE VÍAS TERCIARIAS CON LA CONSTRUCCIÓN DE PLACA HUELLA EN DIFERENTES PUNTOS CRÍTICOS DISPERSOS EN LA ZONA RURAL DEL MUNICIPIO CHAPARRAL, TOLIMA."."

Razón por la cual la administración municipal del Chaparral ha contratado los estudios y diseños que sirven como soporte técnico para dar inicio a la formulación de un proyecto que permita dar solución a los problemas planteados anteriormente para poder solicitar recursos a nivel nacional, con el fin de poder ejecutar el presente proyecto de mejoramiento de la movilidad mediante construcción de placa huella, interviniendo 13 tramos viales en los siguientes corredores: TRAMO 1: CORREGIMIENTO CALARMA. CRUCE BRAZUELOS CALARMA A ESCUELA BRAZUELOS CALARMA. TRAMO 2: CORREGIMIENTO CALARMA. CRUCE POTRERITRO DE LUGO BAJO - A PARADERO VEREDA LA PALMERA. TRAMO 3: CORREGIMIENTO LAS HERMOSAS. QUEBRADA CHIPALO - A QUEBRADA SAN JORGE. VEREDA SANTA BARBARA. TRAMO 4: CORREGIMIENTO LAS HERMOSAS. PARADERO VEREDA SANTA BARBARA - GRANJA ALVARO MOLINA. TRAMO 5: CORREGIMIENTO LAS HERMOSAS. CASERIO SAN JOSE - ESCUELA ALEMANIA. TRAMO 6: CORREGIMIENTOLAS HERMOSAS. PARADERO PANDO EL LIBANO - ESCUELA DAVIS JANEIRO. TRAMO 7: CORREGIMIENTO EL LIMON. CRUCE DE TRES ESQUINAS - PARADERO VEREDA IRCO DOS AGUAS. TRAMO 8: CORREGIMIENTO EL LIMON. CRUCE CEMENTERIO EL LIMON - PARADERO VEREDA LA ALDEA. TRAMO 9: CORREGIMIENTO EL LIMON. CASCO URBANO EL LIMON - PARADERO VEREDA ALTAMIRA. TRAMO 10: CORREGIMIENTO AMOYA. CRUCE LINEA DIAMANTE - PARADERO VEREDA MULICU EL AGRADO. TRAMO 11: CORREGIMIENTO LA MARINA. CRUCE ESPIRITU SANTO - CASERIO LA MARINA. TRAMO 12: CORREGIMIENTO LA MARINA. CASERIO DE LA MARINA - PARADERO SAN FERNANDO. TRAMO 13: PUENTE VERDE - SAN PABLO. permitiendo transitar por los puntos más críticos y de esta manera incentivar la libre transitabilidad de los habitantes de este sector, además de todas las obras complementarias que se necesiten para su estabilización, mantenimiento y funcionamiento.

Así las cosas, y en aras de garantizar celeridad en el proceso de aprobación del presente estudio que hará parte integral de la formulación del proyecto que dará solución a los problemas de movilidad del municipio y mejoramiento de la calidad de vida de sus habitantes, cobra la importancia que la elaboración de los estudios de carácter técnico que se harán, tenga una articulación real y coherente con lo solicitado en las listas de chequeo propias de entidades gubernamentales y departamentales, como lo es el departamento Nacional de Planeación DNP, Sistema General de Regalías (SGR), Departamento de Prosperidad Social (DPS), o Gobernación del Tolima, que manejan gran similitud en sus requerimientos técnicos para dar aprobación a los proyectos presentados, y de esta manera obtener el recurso necesario para dar ejecución física de la obra.

Junto con este informe se presentan las memorias de cálculo, las especificaciones y fichas técnicas que han sido tomados como insumo para la elaboración del Diseño de la Estructuras de Pavimento de conformidad con lo establecido en la normatividad colombiana vigente.

En el desarrollo de este documento se presenta un resumen del estudio de suelos con el fin de determinar la capacidad de soporte de cada tramo vial a diseñar, igualmente se presenta la verificación del vehículo de diseño y los demás parámetros de diseño necesarios para el cálculo de la estructura de pavimento en Placa-Huella.

Teniendo en cuenta que mediante la lCartilla Obras Menores De Drenaje Y Estructuras Viales Programa Colombia Rural, se estandarizan parámetros mínimos y máximos de diseño para vías terciarias con superficie de rodadura en Placa- Huellas, el presente documento se encuentra enfocado en el cumplimiento de las condiciones de dicha guía y las condiciones propias de cada uno de los tramos viales propuesto a intervenir.

La meta física propuesta para intervención equivale a 7000 ml de vía distribuidos en 13 tramos de vías.

Nota: El presente documento contiene un resumen del estudio de tránsito, el resumen de la exploración geotécnica y el diseño de la estructura de pavimento, con sus respectivos componentes.

2 Objetivos del Diseño

2.1 Objetivo Principal

- Establecer las estructuras de placa huella técnicamente viables para los trece (13) tramos de vía que comprenden el proyecto denominado "MEJORAMIENTO DE VÍAS TERCIARIAS CON LA CONSTRUCCIÓN DE PLACA HUELLA EN DIFERENTES PUNTOS CRÍTICOS DISPERSOS EN LA ZONA RURAL DEL MUNICIPIO CHAPARRAL, TOLIMA.".:

LONGITUD (m)	TRAMOS Y ABSCISA	INICIO TRAMO		FINAL TRAMO	
		NORTE	ESTE	NORTE	ESTE
500	**TRAMO 1: CORREGIMIENTO CALARMA.** CRUCE BRAZUELOS CALARMA A ESCUELA BRAZUELOS CALARMA.	912315.060m	848275.0390m	912524.867m	848250.502m
500	**TRAMO 2: CORREGIMIENTO CALARMA.** CRUCE POTRERITRO DE LUGO BAJO - A PARADERO VEREDA LA PALMERA.	917172.454m	838554.460m	917304.282m	838226.253m
500	**TRAMO 3: CORREGIMIENTO LAS HERMOSAS.** QUEBRADA CHIPALO - A QUEBRADA SAN JORGE. VEREDA SANTA BARBARA.	917645.231m	832336.297m	917949.955m	832387.3851m
500	**TRAMO 4: CORREGIMIENTO LAS HERMOSAS.** PARADERO VEREDA SANTA BARBARA - GRANJA ALVARO MOLINA.	916326.40m	832194.98m	916675.23m	831720.54m
500	**TRAMO 5: CORREGIMIENTO LAS HERMOSAS.** CASERIO SAN JOSE - ESCUELA ALEMANIA.	925984.794m	819146.988m	925373.705m	818833.824m
500	**TRAMO 6: CORREGIMIENTOLAS HERMOSAS.** PARADERO PANDO EL LIBANO - ESCUELA DAVIS JANEIRO.	911741.323m	829142.651m	911983.560m	829165.544m
500	**TRAMO 7: CORREGIMIENTO EL LIMON.** CRUCE DE TRES ESQUINAS - PARADERO VEREDA IRCO DOS AGUAS.	896717.10m	828616.92m	896430.52m	828500.50m
900	**TRAMO 8: CORREGIMIENTO EL LIMON.** CRUCE CEMENTERIO EL LIMON - PARADERO VEREDA LA ALDEA.	892712.325m	828889.470m	892200.300m	828562.681m
500	**TRAMO 9: CORREGIMIENTO EL LIMON.** CASCO URBANO EL LIMON - PARADERO VEREDA ALTAMIRA.	896442.561m	835806.397m	896825.234m	836183.769m

500	**TRAMO 10: CORREGIMIENTO AMOYA.** CRUCE LINEA DIAMANTE - PARADERO VEREDA MULICU EL AGRADO.	885313.65m	840328.65m	885177.92m	840012.80m
500	**TRAMO 11: CORREGIMIENTO LA MARINA.** CRUCE ESPIRITU SANTO - CASERIO LA MARINA.	904067,149m	829966,844	904356,329m	829671,897m
500	**TRAMO 12: CORREGIMIENTO LA MARINA.** CASERIO DE LA MARINA - PARADERO SAN FERNANDO.	904043.559m	826303.622m	903951.252m	825899.195m
500	**TRAMO 13:** PUENTE VERDE - SAN PABLO.	N 905326.949m	834112.36m	905082.111m	833738.303m

2.2 Objetivos Secundarios

- Determinar la capacidad de soporte para la Subrasante de cada uno de los tramos viales a intervenir.
- Verificar las condiciones del tránsito de Diseño de cada uno de los tramos viales a intervenir.
- Establecer los parámetros de diseño para cada tramo vial a intervenir según sus condiciones particulares.
- Diseñar la estructura de pavimento en Placa-Huella necesaria para satisfacer los requerimientos técnicos particulares de cada tramo vial a intervenir.
- Presentar las recomendaciones constructivas consideradas necesarias para la ejecución del proyecto.
- Relacionar las observaciones y conclusiones técnicas para el cumplimiento del diseño aquí planteado.

3 Alcance del Diseño

El presente diseño tiene como alcance establecer la estructura del mejoramiento mediante Placa Huella que sea técnicamente viable tomando como referencia las condiciones propias de las vías objeto de estudio mediante el cálculo de los componentes de la estructura de placa huella que soporte las condiciones de funcionamiento actual y futura de las vías que se relacionan a continuación:

LONGITUD (m)	TRAMOS Y ABSCISA	INICIO TRAMO		FINAL TRAMO	
		NORTE	ESTE	NORTE	ESTE
500	**TRAMO 1: CORREGIMIENTO CALARMA.** CRUCE BRAZUELOS CALARMA A ESCUELA BRAZUELOS CALARMA.	912315.060m	848275.0390m	912524.867m	848250.502m
500	**TRAMO 2: CORREGIMIENTO CALARMA.** CRUCE POTRERITRO DE LUGO BAJO - A PARADERO VEREDA LA PALMERA.	917172.454m	838554.460m	917304.282m	838226.253m
500	**TRAMO 3: CORREGIMIENTO LAS HERMOSAS.** QUEBRADA CHIPALO - A QUEBRADA SAN JORGE. VEREDA SANTA BARBARA.	917645.231m	832336.297m	917949.955m	832387.3851m
500	**TRAMO 4: CORREGIMIENTO LAS HERMOSAS.** PARADERO VEREDA SANTA BARBARA - GRANJA ALVARO MOLINA.	916326.40m	832194.98m	916675.23m	831720.54m
500	**TRAMO 5: CORREGIMIENTO LAS HERMOSAS.** CASERIO SAN JOSE - ESCUELA ALEMANIA.	925984.794m	819146.988m	925373.705m	818833.824m
500	**TRAMO 6: CORREGIMIENTOLAS HERMOSAS.** PARADERO PANDO EL LIBANO - ESCUELA DAVIS JANEIRO.	911741.323m	829142.651m	911983.560m	829165.544m
500	**TRAMO 7: CORREGIMIENTO EL LIMON.** CRUCE DE TRES ESQUINAS - PARADERO VEREDA IRCO DOS AGUAS.	896717.10m	828616.92m	896430.52m	828500.50m
900	**TRAMO 8: CORREGIMIENTO EL LIMON.** CRUCE CEMENTERIO EL LIMON - PARADERO VEREDA LA ALDEA.	892712.325m	828889.470m	892200.300m	828562.681m
500	**TRAMO 9: CORREGIMIENTO EL LIMON.** CASCO URBANO EL LIMON - PARADERO VEREDA ALTAMIRA.	896442.561m	835806.397m	896825.234m	836183.769m
500	**TRAMO 10: CORREGIMIENTO AMOYA.** CRUCE LINEA DIAMANTE - PARADERO VEREDA MULICU EL AGRADO.	885313.65m	840328.65m	885177.92m	840012.80m

500	**TRAMO 11: CORREGIMIENTO LA MARINA.** CRUCE ESPIRITU SANTO - CASERIO LA MARINA.	904067,149m	829966,844	904356,329m	829671,897m
500	**TRAMO 12: CORREGIMIENTO LA MARINA.** CASERIO DE LA MARINA - PARADERO SAN FERNANDO.	904043.559m	826303.622m	903951.252m	825899.195m
500	**TRAMO 13:** PUENTE VERDE - SAN PABLO.	N 905326.949m	834112.36m	905082.111m	833738.303m

Tabla 3 – Segmentos viales objeto de estudio
Fuente: Elaboración Propia

Como producto del presente diseño y teniendo en cuenta las metodologías establecidas para el mismo, el alcance se limita a los siguientes capítulos y entregables:

- **Capítulo 1 – Información General del Proyecto:** En este capítulo se presenta la localización general y detallada de la zona objeto del presente diseño de placa huella, las características de intervención, las fuentes de información y los responsables del presente diseño.

- **Capítulo 2 - Parámetros de Diseño:** Este capítulo contempla todas aquellas variables necesarias para la elaboración del Diseño adecuado de una estructura de placa huella de acuerdo a la cartilla "Obras Menores de drenaje y estructuras Viales programa Colombia rural".

  - ✓ ***Estudio de tránsito:*** En este subcapítulo se presenta un resumen de los registros de los aforos vehiculares realizados en el tramo a intervenir, la distribución y estimación del tránsito actual – TPD, la proyección del tránsito en el periodo de diseño y el cálculo del número de ejes equivalentes.

  - ✓ ***Exploración Geotécnica:*** En este subcapítulo se presenta un resumen de los registros de los ensayos de campo y laboratorio realizados en la zona de intervención, así como también la respectiva clasificación y caracterización de las capas que componen la estructura de pavimento actual.

  - ✓ ***Material de soporte para el pavimento:*** En este subcapítulo se presenta un resumen de las condiciones técnicas que influyen en la elección de la capa de material granular que soportara la estructura de la Placa huella.

  - ✓ ***Características del concreto para la construcción de la placa huella:*** En este subcapítulo se presenta un resumen de las condiciones técnicas que influyen en la elección de la calidad del concreto hidráulico y su resistencia a la flexo-tracción.

- **Diseño de la estructura de placa huella:** En este capítulo se presentan los parámetros de diseño establecidos, la implementación de cada una de las metodologías de diseño, el cálculo de la estructura de pavimento, la verificación de las estructuras propuestas y las recomendaciones técnicas de construcción.

- **Limitaciones del Estudio:** En este capítulo se relacionan las limitaciones consideradas por el equipo consultor durante la elaboración del estudio.

- **Conclusiones y Recomendaciones:** En este capítulo se presentan las consideraciones técnicas necesarias para el diseño de la estructura de pavimento, así como también para la validez del presente estudio.

- **Bibliografía:** En este capítulo se relaciona toda la literatura y normatividad de referencia que se usó para la elaboración del estudio.

- **Glosario:** En este capítulo se presentan los conceptos necesarios para comprender el contenido del estudio.

- **Anexos:** En este capítulo se relacionan de manera ordenada los anexos que hacen parte del estudio.

4 Información General del Proyecto

4.1 Localización General

Las vías objeto del presente estudio se encuentran ubicadas en el sector rural del Municipio de Chaparral, Departamento del Tolima.

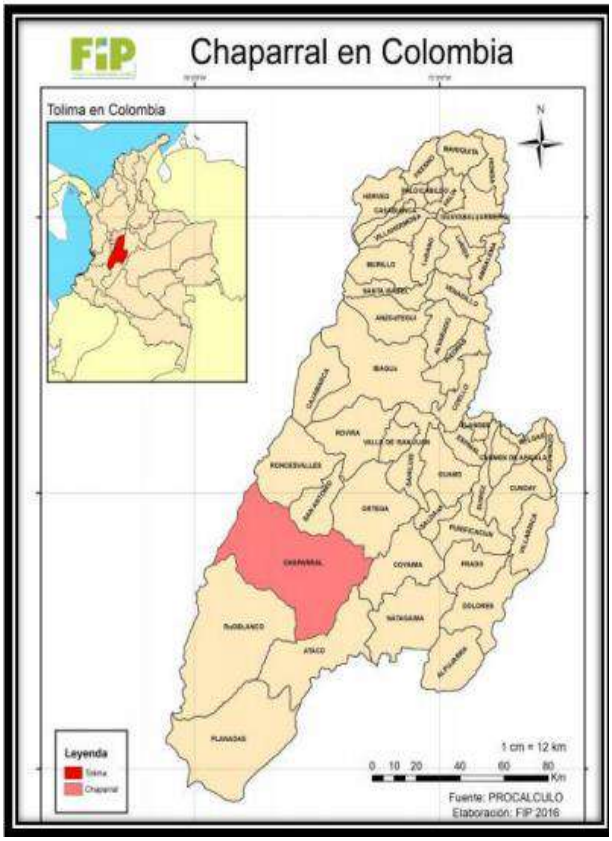


Ilustración 1 – Localización general del proyecto
Fuente: Elaboración Propia

Limites

Chaparral es un municipio colombiano ubicado en el departamento de Tolima, cuyo nombre hispánico fuera Medina de las Torres del Chaparral de los Reyes. Se sitúa aproximadamente a 163 kilómetros de Ibagué, la capital del departamento, y aproximadamente a 250 kilómetros del Bogotá. Su nombre es gracias a la gran cantidad de plantas que reciben el nombre de Chaparros en donde está el municipio.

4.2 Localización Específica

Las vías propuestas para intervención hacen parte del sector rural del municipio y corresponden a las siguientes ubicaciones.

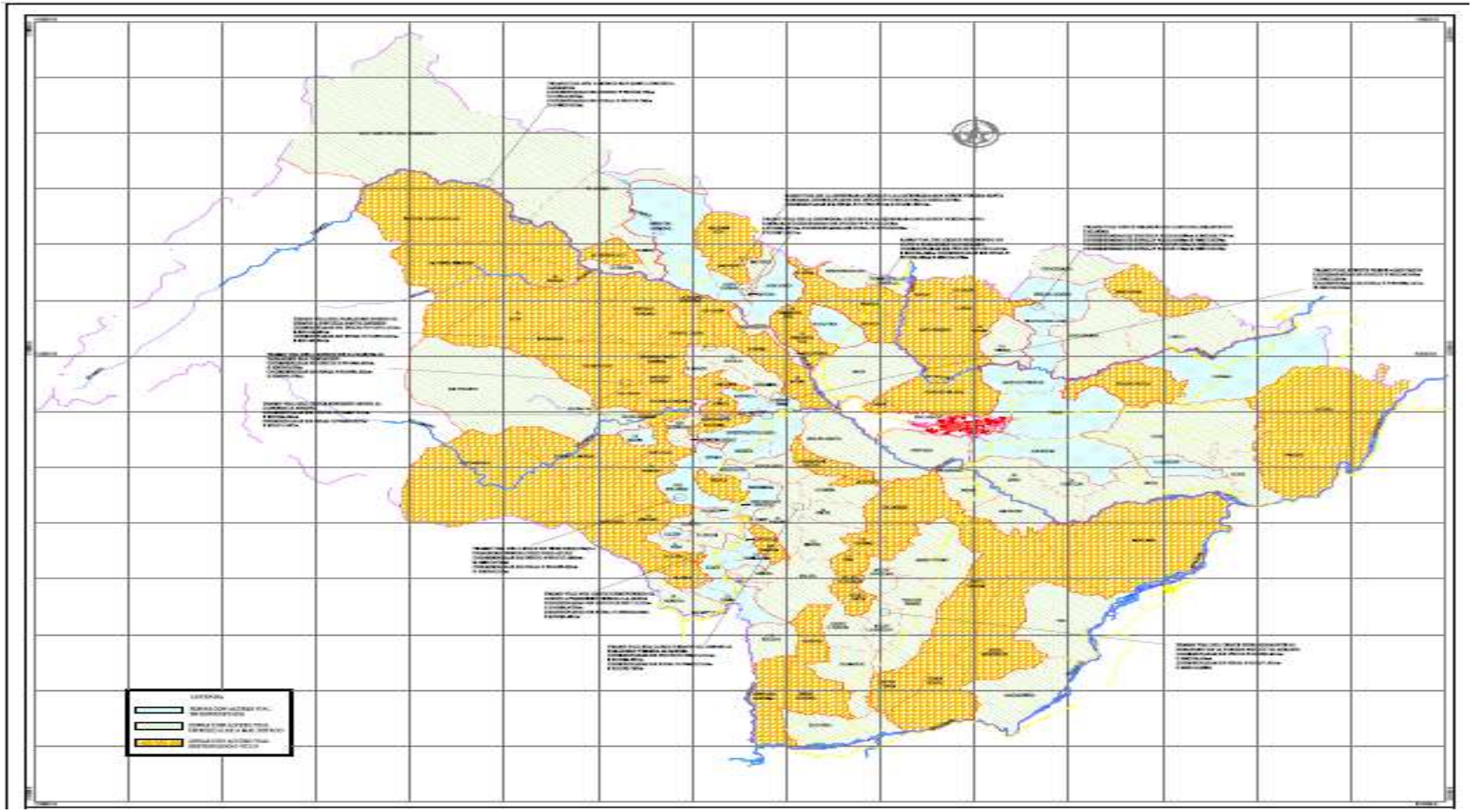
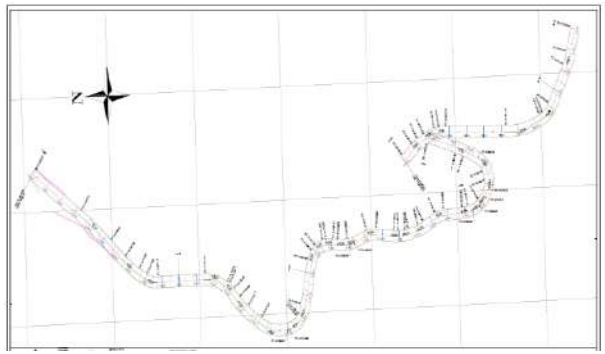
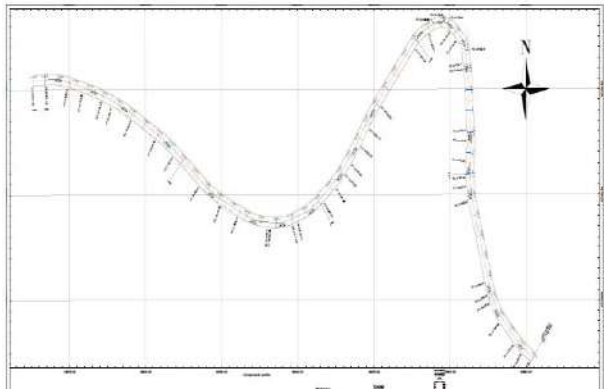


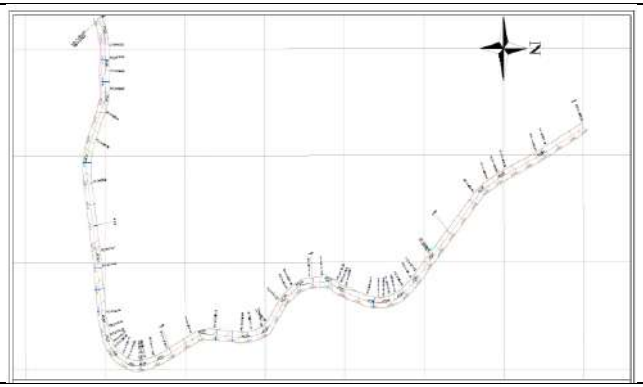
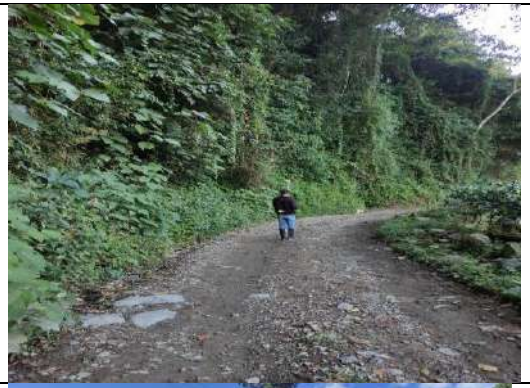
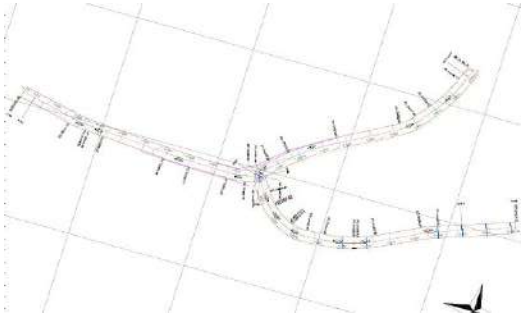
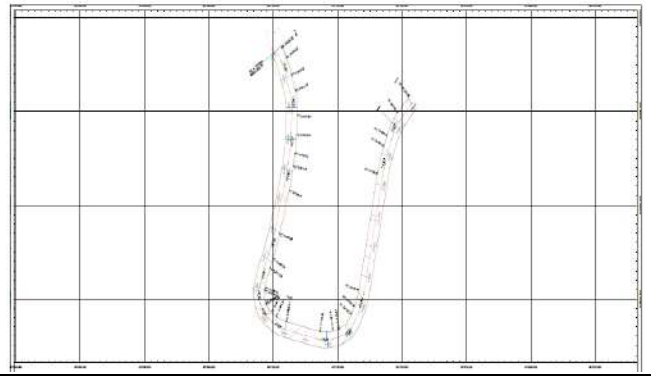
Ilustración 2 – Localización general del proyecto
Fuente: Elaboración Propia

Dirección: Calle 3 No. 10 – 15 Torre B Apto 301; Conjunto Fontenova (Barrio Belén)
Teléfonos de Contacto: 320 251 77 78 – 2 65 59 12
Correo Electrónico: ing.lozada@hotmail.com

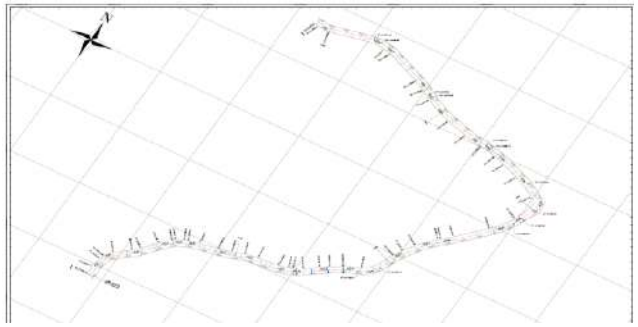
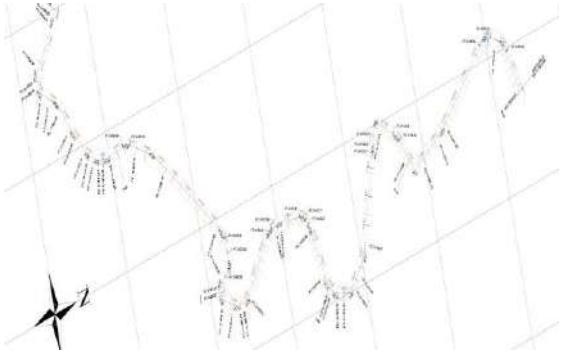
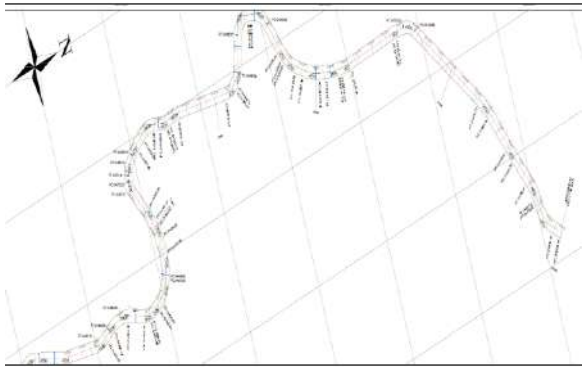
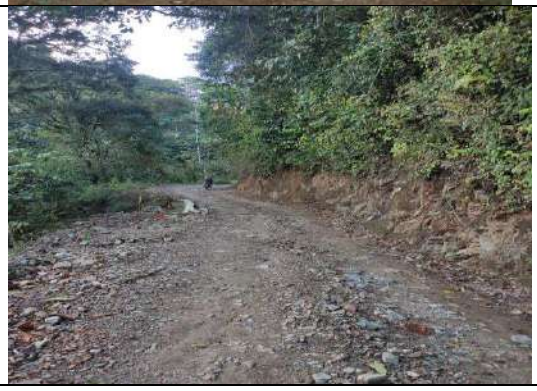
A continuación, se identifica cada uno de los tramos a intervenir de acuerdo al abscisado y coordenadas.

LONGITUD (m)	TRAMOS Y ABSCISA	PLANO	ESTADO ACTUAL
500	**TRAMO 1: CORREGIMIENTO CALARMA.** CRUCE BRAZUELOS CALARMA A ESCUELA BRAZUELOS CALARMA.		
500	**TRAMO 2: CORREGIMIENTO CALARMA.** CRUCE POTRERITRO DE LUGO BAJO - A PARADERO VEREDA LA PALMERA.		

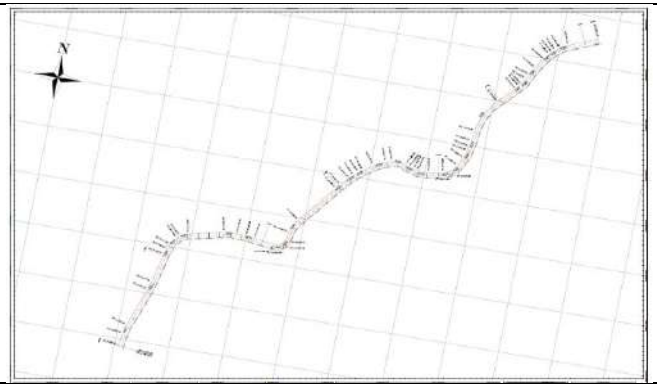
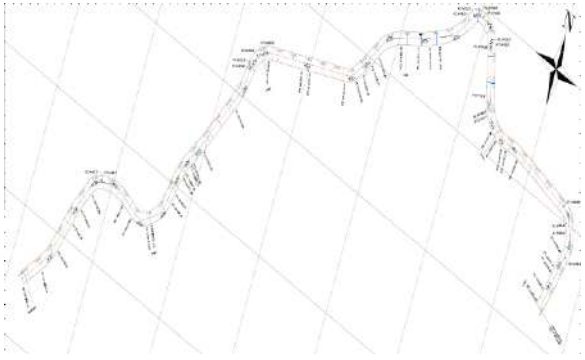
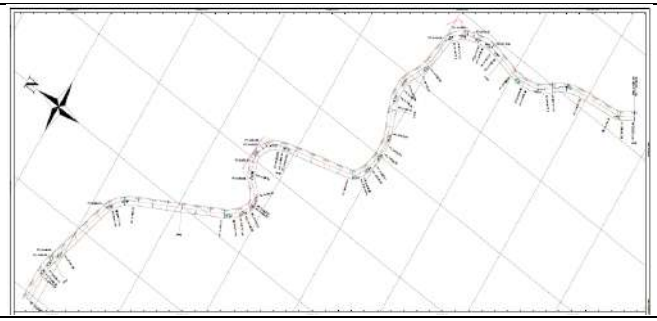
Dirección: Calle 3 No. 10 – 15 Torre B Apto 301; Conjunto Fontenova (Barrio Belén)
Teléfonos de Contacto: 320 251 77 78 – 2 65 59 12
Correo Electrónico: ing.lozada@hotmail.com

500	**TRAMO 3: CORREGIMIENTO LAS HERMOSAS.** QUEBRADA CHIPALO - A QUEBRADA SAN JORGE. VEREDA SANTA BARBARA.		
500	**TRAMO 4: CORREGIMIENTO LAS HERMOSAS.** PARADERO VEREDA SANTA BARBARA - GRANJA ALVARO MOLINA.		
500	**TRAMO 5: CORREGIMIENTO LAS HERMOSAS.** CASERIO SAN JOSE - ESCUELA ALEMANIA.		

Dirección: Calle 3 No. 10 – 15 Torre B Apto 301; Conjunto Fontenova (Barrio Belén)
Teléfonos de Contacto: 320 251 77 78 – 2 65 59 12
Correo Electrónico: ing.lozada@hotmail.com

500	**TRAMO 6: CORREGIMIENTOLAS HERMOSAS.** PARADERO PANDO EL LIBANO - ESCUELA DAVIS JANEIRO.		
500	**TRAMO 7: CORREGIMIENTO EL LIMON.** CRUCE DE TRES ESQUINAS - PARADERO VEREDA IRCO DOS AGUAS.		
800	**TRAMO 8: CORREGIMIENTO EL LIMON.** CRUCE CEMENTERIO EL LIMON - PARADERO VEREDA LA ALDEA.		

Dirección: Calle 3 No. 10 – 15 Torre B Apto 301; Conjunto Fontenova (Barrio Belén)
Teléfonos de Contacto: 320 251 77 78 – 2 65 59 12
Correo Electrónico: ing.lozada@hotmail.com

500	**TRAMO 9: CORREGIMIENTO EL LIMON.** CASCO URBANO EL LIMON - PARADERO VEREDA ALTAMIRA.		
500	**TRAMO 10: CORREGIMIENTO AMOYA.** CRUCE LINEA DIAMANTE - PARADERO VEREDA MULICU EL AGRADO.		
500	**TRAMO 11: CORREGIMIENTO LA MARINA.** CRUCE ESPIRITU SANTO - CASERIO LA MARINA.		

Dirección: Calle 3 No. 10 – 15 Torre B Apto 301; Conjunto Fontenova (Barrio Belén)
Teléfonos de Contacto: 320 251 77 78 – 2 65 59 12
Correo Electrónico: ing.lozada@hotmail.com

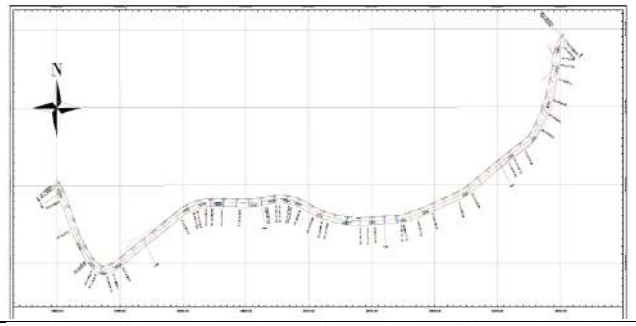
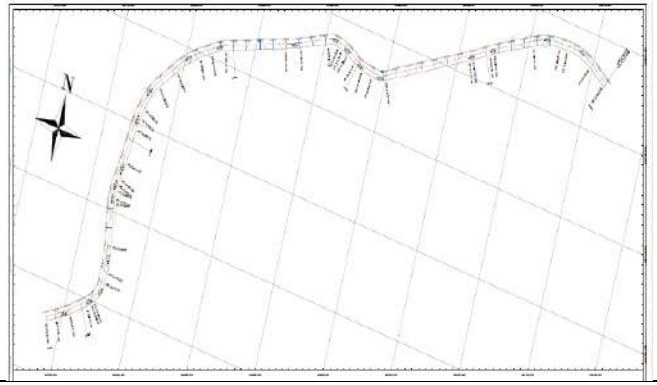
500	**TRAMO 12: CORREGIMIENTO LA MARINA.** CASERIO DE LA MARINA - PARADERO SAN FERNANDO.		
500	**TRAMO 13: PUENTE VERDE - SAN PABLO.**		

Ilustración 2 – Ubicación de las vías objeto de estudio
Fuente: Elaboración Propia

Dirección: Calle 3 No. 10 – 15 Torre B Apto 301; Conjunto Fontenova (Barrio Belén)
Teléfonos de Contacto: 320 251 77 78 – 2 65 59 12
Correo Electrónico: ing.lozada@hotmail.com

4.3 Características del proyecto

El proyecto contempla la intervención de 4 tramos viales en la zona rural del municipio, los cuales se encuentra en mal estado y afectan la transitabilidad de los habitantes del sector, especialmente durante temporadas de lluvia, y afectan la distribución de productos agrícolas hacia el casco urbano de la municipalidad, además se incluye la construcción de alcantarillas como obras de drenaje para control de aguas lluvias.

Pero su superficie de rodadura está constituida por material granular tipo Sub Base o Recebo compactado que por las condiciones de lluvia genera deterioro sobre la vía, lo que genera problemas de movilidad para los habitantes de cada uno de los sectores.

Se plantea para el presente diseño un mejoramiento de vía mediante la construcción de placa huella tipo, de acuerdo a la Cartilla OBRAS MENORES DE DRENAJE Y ESTRUCTURAS VIALES PROGRAMA COLOMBIA RURAL, con un ancho de 5mts distribuidos de la siguiente manera:

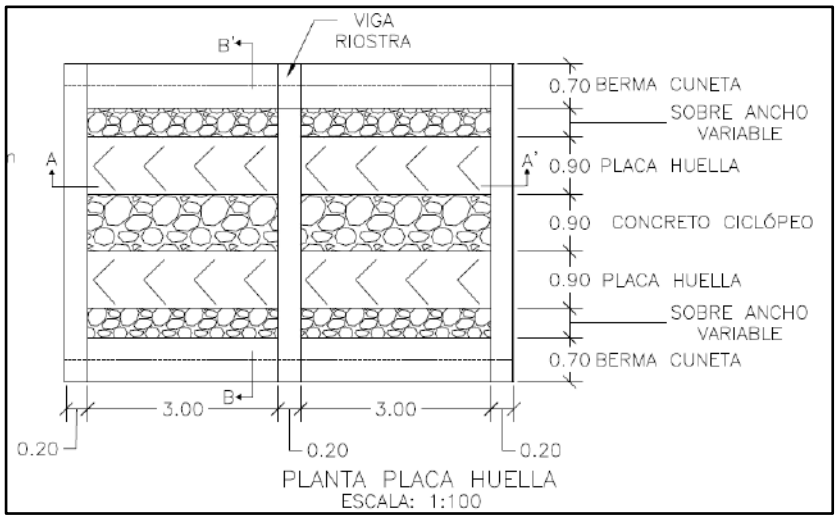


Ilustración 3. Esquema conformación Placa Huella. Cartilla OBRAS MENORES DE DRENAJE Y ESTRUCTURAS

4.4 Fuentes de Información

Como principal fuente de información se tomó la guía OBRAS MENORES DE DRENAJE Y ESTRUCTURAS VIALES PROGRAMA COLOMBIA RURAL en su capitulo 8. Estructuras de Pavimento, Sub Capitulo 8.1.3 Estructura tipo placa huella

Se consultó y recopiló información de tipo institucional elaborada por la Secretaría de Infraestructura Municipal de Chaparral – Tolima, la cual sirvió como insumo para la elaboración de tablas e ilustraciones por parte del consultor.

De igual forma se ha tomado información primaria en campo durante el periodo de elaboración del diseño de la estructura de pavimento por parte del Especialista de Pavimentos Héctor Manuel Lozada Murcia y el Consultor RESPONSABLE Ingeniero Civil y Especialista en Diseño Estructural Ingeniero Santiago Sánchez Suarez en la zona de influencia del proyecto.

Adicionalmente se ha hecho uso de información secundaria procedente de internet, principalmente de la página web institucional del Municipio, Wikipedia y otras fuentes que se encuentran relacionadas en el presente documento.

4.5 Responsabilidad del Diseño

La responsabilidad se encuentra a cargo del profesional especializado que participa en su elaboración (Ingeniero Especialista), quien suscribe el respectivo memorial de responsabilidad que hace parte integral del presente diseño. (Ver Anexo 1), y del Consultor Santiago Sánchez Suarez (Ingeniero Civil-Especialista en diseño Estructural)

- Héctor Manuel Lozada Murcia (Ingeniero Especialista).
- Santiago Sánchez Suarez (Consultor).

5 Parámetros de Diseño

Los pavimentos se diseñan y construyen con el objetivo de prestar el servicio para el cual fue concebido, durante un periodo determinado, manteniendo unas condiciones de seguridad óptimas, con un costo apropiado.

En el diseño del pavimento es necesario tener en cuenta varios elementos, de los cuales los más importantes son la capacidad de soporte del suelo, el tránsito que circulará sobre la estructura durante todo su periodo de diseño y los materiales con que se construirá.

Se presenta de manera precisa la descripción de cada una de las variables que fueron tenidas en cuenta en los análisis para la elaboración del presente diseño.

5.1 Estudio de Tránsito

Teniendo en cuenta que el presente diseño corresponde a la *Cartilla Obras Menores De Drenaje Y Estructuras Viales Programa Colombia Rural*, y ente establece un parámetro de diseño sobre el estudio de tránsito, con el presente estudio se plantea corroborar si se cumple o non dicha condición de tránsito, que corresponde a un nivel de tránsito bajo o NT1, por lo que el diseñador realizó una serie de proyecciones con base en los aforos vehiculares realizados en campo, esto con el fin de determinar el TPD actual y así poder realizar una proyección del tránsito durante el periodo de diseño.

El procedimiento seguido para el análisis de tránsito necesario para el diseño de la estructura de pavimento, consta en realizar un análisis de la distribución de los vehículos que circulan por el tramo a intervenir (Automóviles, Buses y Camiones), su sentido de circulación, y la carga equivalente según su número de ejes.

La determinación del tránsito se puede hacer en forma precisa o con grandes simplificaciones, el criterio depende del grado de importancia de la vía a intervenir con sistema de placa huella, los recursos al alcance y de los riesgos que se puedan correr en el diseño de la misma.

5.2 Tránsito Promedio Diario Estimado (TPDE)

Se realizaron aforos de tránsito en los tramos a intervenir en el casco urbano del Municipio de Chaparral - Tolima, se analizaron los volúmenes y composición del tránsito en cada punto de aforo, con el fin de obtener un indicativo del tránsito en la zona de estudio. A partir del procesamiento de la información, se obtuvieron los volúmenes horarios en las vías aforadas, resultados que se presentan a continuación identificando volumen y la composición vehicular.

5.3 Resultados aforo vehicular

Para los resultados de aforo vehicular obtenidos en la estación de conteo definidas anteriormente (ver, *Elaboración Y Análisis De Aforos Vehiculares*), se determinaron varias variables, como el tránsito total de cada uno de los días aforados, día de mayor y menor tránsito, Transito Promedio Diario (TPD),

cantidad de Vehículos según el tipo (Automóvil, bus, C2-P, C2-G, C3,C4 o C5) tanto diario como horario, los cuales se describen a continuación que fueron definidos para el conteo.

5.4 Corredor Las Hermosas.

Para la presente vía aforada se obtuvo un total de 361 vehículos que circularon durante el periodo del conteo en los intervalos previamente establecidos, se observó un distribución completamente equitativa para los 7 días de aforo como se puede observar en la tabla a continuación, pues se encuentra un porcentaje de distribución del 13,57% de lunes a sábado, excepto el domingo que se presentó el 16,07%, esto se debe a que las dinámicas sociales del día domingo sobre este sector aumenta considerablemente, y el transporte de carga aumenta levemente.

DEPARTAMENTO DEL TOLIMA
ALCALDÍA DE CHAPARRAL
NIT. 800.100.053-1
SECRETARIA DE INFRAESTRUCTURA

"MEJORAMIENTO DE VIAS TERCIARIAS CON LA CONSTRUCCION DE PLACA HUELLA EN DIFERENTES PUNTOS CRITICOS EN LOS CORREGIMIENTOS DE LAS HERMOSAS, EL LIMON Y AMOYA EN LA ZONA RURAL DEL MUNICIPIO DE CHAPARRAL TOLIMA"

AFORO VEHICULAR

FECHA:	DEL 25 DE MARZO AL 31 DE MARZO DE 2024
ESTACION:	CORREDOR LAS HERMOSAS
DIA:	RESUMEN SEMANAL
AFORADOR:	SANTIAGO SANCHEZ SUAREZ

DIA	AUTOS	BUSES	C2P	C2G	C3	C4	C5	>C6	% DISTRIBUCION	TOTAL
LUNES	47	0	2	0	0	0	0	0	13,57%	49
MARTES	41	0	3	1	0	0	0	0	12,47%	45
MIERCOLES	39	0	2	2	0	0	0	0	11,91%	43
JUEVES	51	0	3	2	0	0	0	0	15,51%	56
VIERNES	56	0	2	3	0	0	0	0	16,90%	61
SABADO	44	0	2	3	0	0	0	0	13,57%	49
DOMINGO	52	0	2	4	0	0	0	0	16,07%	58
TOTAL	**330**	**0**	**16**	**15**	**0**	**0**	**0**	**0**	**100,00%**	**361**
PROMEDIO	**47,0**	**0,0**	**2,0**	**2,0**	**0,0**	**0,0**	**0,0**	**0,0**	**0,0**	**51,0**
%TPD	**92,16%**	**0,00%**	**3,92%**	**3,92%**	**0,00%**	**0,00%**	**0,00%**	**0,00%**	**-**	**100,00%**



Ilustración 4. Resumen de conteo aforo Las Hermosas.

De la tabla anterior se puede concluir tambien que el Porcentaje de Transito Promedio Diario (%TPD) es de 92,16% (47) de los vehículos que circulan por el segmento vial corresponde a automóviles y/o camperos, mientras que el 3.92% corresponde a vehículos comerciales (camiones) con una distribución del 3.92% para autobuses, adicionalmente en la vía en estudio no se evidencio paso de vehículos pesados al ser una vía rural de muy bajo tránsito, por lo que se asume para el grupo de vías definido la no presencia de vehículos pesados.

DEPARTAMENTO DEL TOLIMA
ALCALDÍA DE CHAPARRAL
NIT. 800.100.053-1
SECRETARIA DE INFRAESTRUCTURA

"MEJORAMIENTO DE VIAS TERCIARIAS CON LA CONSTRUCCION DE PLACA HUELLA EN DIFERENTES PUNTOS CRITICOS EN LOS CORREGIMIENTOS DE LAS HERMOSAS, EL LIMON Y AMOYA EN LA ZONA RURAL DEL MUNICIPIO DE CHAPARRAL TOLIMA"

AFORO VEHICULAR

FECHA:	DEL 25 DE MARZO AL 31 DE MARZO DE 2024
ESTACION:	CORREDOR LAS HERMOSAS
DIA:	**RESUMEN SEMANAL - HORARIO**
AFORADOR:	SANTIAGO SANCHEZ SUAREZ

HORA		AUTOS	BUSES	C2P	C2G	C3	C4	C5	>C6	% DISTRIBUCION	TOTAL
7:00	8:00	23	0	0	1	0	0	0	0	6,65%	24
8:00	9:00	37	0	4	2	0	0	0	0	11,91%	43
9:00	10:00	38	0	1	0	0	0	0	0	10,80%	39
10:00	11:00	21	0	2	4	0	0	0	0	7,48%	27
11:00	12:00	33	0	1	1	0	0	0	0	9,70%	35
12:00	13:00	41	0	1	0	0	0	0	0	11,63%	42
13:00	14:00	28	0	2	0	0	0	0	0	8,31%	30
14:00	15:00	21	0	0	0	0	0	0	0	5,82%	21
15:00	16:00	23	0	3	3	0	0	0	0	8,03%	29
16:00	17:00	38	0	1	1	0	0	0	0	11,08%	40
17:00	18:00	18	0	1	3	0	0	0	0	6,09%	22
18:00	19:00	9	0	0	0	0	0	0	0	2,49%	9
TOTAL		**330**	**0**	**16**	**15**	**0**	**0**	**0**	**0**	**100,00%**	**361**
PROMEDIO		**48**	**0**	**3**	**3**	**0**	**0**	**0**	**0**	**-**	**52**

Ilustración 5. Resumen aforos Por Horas.

De igual manera se logró determinar de la tabla anterior, que el intervalo con mayor número de vehículos en circulación corresponde al periodo entre las 07:00 a.m. y las 08:00 a.m. con un total de 43 vehículos (11.91%), adicionalmente se puede observar una distribución poco uniforme del tránsito durante la jornada de aforo, pues los intervalos varían entre el 5.82% y 10.80%.

5.5 Proyección del Transito – Tramo Las Hermosas.

Teniendo en cuenta que el diseño de pavimento tendrá como periodo un tiempo establecido de **20 años**, se procedió a realizar la proyección del tránsito con un % de crecimiento anual equivalente al 3% obteniendo los siguientes resultados mediante software.

Con los siguientes parametros de entrada:

```
                    Proyeccion tránsito via Tipo 1 (Grupo 1)
#pg#fecha#
PROGRAMA TRANSITO

   Codigo Proyecto : D:\Trabajo HMLM\Proyectos en ejecución\Estudios y Diseños\20. Diseño vias rurales
Ataco, Tolima  (Ing Santiago Sanchez\Proyeccion transito Vias Tipo 1.
          Nombre : Proyeccion Tránsito Via Tipo 3
      Descripcion : MEJORAMIENTO DE LAS VÍAS TERCIARIAS CON LA CONSTRUCCIÓN DE PLACA HUELLA EN DIFERENTES
PUNTOS CRITICOSEN LOS CORREGIMIENTOS DE LAS HERMOSAS, EL LIMON Y AMOYA EN CHAPARRAL TOLIMA.

Ubicación : ACHAPARRAL - Tolima
   --------------------------          ----------------------------
    DISTRIBUCION :                      PERIODO DE DISEÑO :
      Direccional =     50%                 Año de Inicio : 2024
       por Carril =     80%                Años de Analisis : 20
   --------------------------          ----------------------------

   Confiabilidad : 95%   Zr : 1.6450

   TIPOS DE VEHICULOS :
                      Autos-Buses-C2P-C2G-c3c4-c5->c5

   FACTORES DE EQUIVALENCIA DE CARGA :
          Autos  Buses    C2P     C2G    c3c4     c5     >c5
           0.00   1.00   1.01    2.72    3.72   4.88    5.23
```

Ilustración 6. Parámetros de entrada para proyección de tránsito.

Una ves se indican los parametros de entrada para realizar la proyeccion del transito a la via en estudio, se procede a indicar los Porcentajes de Transito Promedio Diario, obtenidos una ves se realizó la tabulacion de los conteos de aforos realizados.

DISTRIBUCION PROMEDIO POR TIPO DE VEHICULO

Tipo de Vehiculo	%Distribucion TPD	%Distribucion N
Autos	92.16	92.16
Buses	0.00	0.00
C2P	3.92	3.92
C2G	3.92	3.92
C3C4	0.00	0.00
C5	0.00	0.00
>C5	0.00	0.00

Ilustración 7.Distribución promedio de acuerdo al tipo de Vehículos.

Al obtener los parámetros de entrada y el Porcentaje de Distribución del Transito Promedio, esto permite generar las siguientes proyecciones de tránsito:

5.6 Transito Normal Futuro:

Este corresponde al incremento estimado del 3% anual indicado en la literatura, y nos da una estimación inicial del tránsito que circulará por la vía durante los próximos 20 años.

TRANSITO NORMAL FUTURO

Año	N_Diario	TPD	Autos	Buses	C2P	C2G	C3-C4	C5	>C5	****** Confiabilidad N	N+	***** N-
2024	7	114	109	2	2	1	0	0	0	6	7	5
2025	8	117	112	2	2	1	0	0	0	6	8	5
2026	8	121	115	2	2	1	0	0	0	7	8	5
2027	8	124	119	2	2	1	0	0	0	7	8	5
2028	8	128	122	2	2	1	0	0	0	7	8	6
2029	9	132	126	2	2	1	0	0	0	7	9	6
2030	9	136	130	2	2	1	0	0	0	7	9	6
2031	9	140	134	2	2	1	0	0	0	8	9	6
2032	9	144	138	3	3	1	0	0	0	8	9	6
2033	10	148	142	3	3	1	0	0	0	8	10	6
2034	10	153	146	3	3	1	0	0	0	8	10	7
2035	10	157	151	3	3	1	0	0	0	9	10	7
2036	11	162	155	3	3	1	0	0	0	9	11	7
2037	11	167	160	3	3	1	0	0	0	9	11	7
2038	11	172	165	3	3	1	0	0	0	9	11	7
2039	12	177	170	3	3	1	0	0	0	10	12	8
2040	12	182	175	3	3	1	0	0	0	10	12	8
2042	12	188	180	3	3	1	0	0	0	10	12	8
2042	13	193	185	3	3	1	0	0	0	11	13	8
2043	13	199	191	4	4	1	0	0	0	11	13	9

Ilustración 8. Proyección tránsito a Futuro.

5.7 Transito atraído futuro:

Corresponde al tránsito atraído sobre la vía generado por la intervención en su infraestructura se refiere, es decir por los procesos de pavimentación que se realicen mejorando sus condiciones de transitabilidad, adicionalmente Se analizaron las posibilidades existentes a nivel nacional, regional y local. En el primer caso, la utilización de esta vía no está en el contexto interdepartamental y no presenta mayores posibilidades de atraer tránsito del nivel nacional.

5.8 Tránsito generado Futuro:

Corresponde al Transito Promedio Diario Generado en el futuro en miles, de acuerdo al tránsito atraído de cada uno de los vehículos para ser convertidos a ejes equivalentes en la proyección de tránsito generado.

5.9 Equivalencia ejes 8.2 Ton.

Una vez obtenidos los tránsitos proyectados en la vía en mención y de acuerdo a los resultados se obtienen los siguientes resultados de proyección de tránsito, Tomando como referencia los factores de daño establecidos para cada tipología vehicular, se procedió a realizar el cálculo del tránsito de diseño por la metodología AASHTO - 1993, obteniendo como resultado un total de 5.930 ejes equivalentes de 8.20 toneladas, tránsito que según la caracterización por niveles establecida en las Especificaciones técnicas de construcción del INVIAS-2013 corresponde a un nivel de tránsito NT1.

Ejes Equivalentes Carril de Diseño	
Transito Normal :	2.34E+03
Transito Atraido :	1.20E+03
Transito Generado :	2.67E+03
Total :	5.93E+03

Tránsito de diseño (w18): 5.930 ejes equivalentes de 8.20Ton.

NIVEL DE TRANSITO	NÚMERO DE EJES EQUIVALENTES DE 80KN EN EL CARRIL DE DISEÑO (MILLONES)	OBSERVACIÓNES
NT1	N(80Kn)<0,50	El presente nivel de transito se establece según lo indicado en el articulo 100 de las Especificaciones INVIAS - 2013
NT2	0,50<N(80Kn)<0,50	
NT3	N(80Kn)>0,50	

Se determina como nivel de tránsito NT1, debido a que se presenta una proyección por debajo de los 8 millones de ejes equivalentes.

5.10 Exploración Geotécnica

La capacidad de soporte de la Subrasante corresponde a la capacidad de carga o repeticiones de carga que puede soportar un material granular natural expuesto a condiciones de circulación vehicular, esta

condición físico-mecánica del material se determina mediante el ensayo de CBR ya sea in situ, mediante muestras inconfinadas para sumersión y/o correlación con el ensayo de PDC.

Según el estudio de suelos realizado a los cuatro (04) tramos viales a intervenir, se puede evidenciar que el comportamiento de los suelos es homogéneo, ya que sus variaciones son mínimas entre sí, como se evidencia a continuación:

No. Muestra	LOCALIZACIÓN SONDEOS PARA ESTUDIO DE SUELOS	CLASIFICACIÓN U.S.C	CBR 1 Corregido 0.1"	CBR 1 Corregido 0.2"	CBR SELECCIONADO	LL	IP
3	TRAMO 3: C.B.R. 3 CORREGIMIENTO EL LIMON	SP	5.4	4.8	***4.8***	0.0	0.0
4	TRAMO3: C.B.R. 4 CORREGIMIENTO EL LIMON	SP	5.8	5.5	***5.5***	0.0	0.0
6	TRAMO 4: C.B.R. 6 CORREGIMIENTO EL LIMON	SM	3.7	3.4	***3.4***	31.1	9.5
7	TRAMO 5: C.B.R. 7 CORREGIMIENTO EL LIMON	SP	6.0	5.7	***5.7***	0.0	0.0
12	TRAMO4: C.B.R. 12 CORREGIMIENTO AMOYA	SP	6.2	5.8	***5.8***	0.0	0.0
13	TRAMO 4: C.B.R. 13 CORREGIMIENTO AMOYA.	SP	6.7	6.5	***6.5***	0.0	0.0
19	TRAMO 1: C.B.R. 19 CORREGIMIENTO LAS HERMOSAS.	SP	6.4	5.8	***5.8***	0.0	0.0
20	TRAMO 1: C.B.R. 20 CORREGIMIENTO LAS HERMOSAS.	SP	7.2	6.8	***6.8***	0.0	0.0

Tabla 4 – Resumen resultados ensayos de laboratorio realizados
Fuente: Informe Estudio de suelos elaborado por Ing. Oscar Florián.

Nota: Para mayor información referirse al estudio de exploración geotécnica.

5.11 Vehículo de diseño

De acuerdo a al manual *Cartilla Obras Menores De Drenaje Y Estructuras Viales Programa Colombia Rural* En los pavimentos flexibles establece la distribución y composición vehicular se empleará información disponible en cada municipio, o bien el Ingeniero de Transporte y Vías o Civil Especialista establecerá la necesidad de realizar un conteo representativo con una duración mínima de 5 días, el cual deberá incluir periodos y horas representativas de alto flujo vehicular o utilizará factores de ajuste

por épocas del año donde se presente aumento de tránsito por cosechas, turismo, y demás eventos representativos. Finalmente, proyectará la carga de diseño para periodos estructurales recomendados hasta 10 años.

Tales consumos de fatiga son producidos por el paso de los ejes de los vehículos durante la vida de servicio de dicho pavimento. Ésta es la razón por la que es necesario establecer, mediante un estudio de tránsito, el espectro de cargas que circularían por el pavimento durante el período de diseño.

En los pavimentos con placa-huella, que son estructuras de concreto reforzado similares a la estructura de un edificio, la falla estructural (o ruptura) se produce por la aplicación de una carga que produzca esfuerzos que superen la resistencia última de los elementos de concreto reforzado. Tal es el caso de un edificio en el que por exceso de cargas o por asentamientos diferenciales entre columnas se producen esfuerzos en un elemento estructural que superan su resistencia última y lo llevan al colapso.

El pavimento con Placa-huella constituye una solución para vías terciarias de carácter veredal que presentan un volumen de tránsito bajo con muy pocos buses y camiones al día siendo los automóviles, los camperos y las motocicletas el mayor componente del flujo vehicular.

De lo ya expuesto respecto al mecanismo de falla del pavimento con placa-huella, que es por carga última, se puede concluir que la elaboración de un estudio de tránsito traducido en un espectro de cargas resulta innecesario. El estudio del espectro de cargas es pertinente en el diseño de un pavimento que falle estructuralmente por acumulación de fatiga no siendo éste el caso del pavimento con placa-huella.

Lo relevante es la selección del Vehículo de Diseño puesto que de él depende el peso y configuración del eje de referencia y la adecuación geométrica que se le debe construir a la vía para que dicho vehículo pueda circular adecuadamente.

Para el tipo de vías en las que se construirían pavimentos con placa-huella y dado el alto costo por kilómetro que demanda este tipo de solución lo mínimo razonable sería adoptar como vehículo de diseño el camión C-2 con un eje trasero sencillo de once (11) toneladas, sin embargo, como no es posible garantizar que en un periodo de servicio de veinte (20) o más nunca circulará un camión C-3 y teniendo presente que en los pavimentos con placa- huella la falla se produce por carga última, el vehículo de diseño no puede ser inferior al camión C-3 ya que el paso de tan solo un vehículo de éste tipo podría destruir las placas- huella.

Por lo anterior, el eje de referencia para el diseño estructural del pavimento constituido por una sucesión de placas y riostras reforzadas utilizando la metodología de diseño por carga última debe ser el eje tándem de 22 toneladas de un camión C-3. El diseño debe ser tal que al desplazarse dicho eje sobre la superficie no se produzca en las placas-huella un nivel de esfuerzos que les genere la falla, es decir, su fractura.

Lo que significaría que si el paso de un eje tándem de 22 toneladas no produce la falla la estructura estaría habilitada para resistir un número infinito de pasadas de dicho eje. En consecuencia, el paso de ejes de menor agresividad, independientemente de su cantidad, con mayor razón no la llevarían a

la falla. So pena de incurrir en una grave ligereza se debe diseñar el pavimento con placa-huella para que no sea fracturado por el paso de un único camión C-2P puesto que existe la probabilidad de que en algún momento de la vida de servicio un camión de éste tipo circule por la vía.

Tomando en consideración lo ya mencionado y que la vía una vez pavimentada debe permitir la circulación de los camiones que transporten los productos agropecuarios, forestales, mineros o industriales que se extraigan o fabriquen en la zona se ha adoptado como vehículo de diseño el camión C-2P.



Ilustración 12 - Vehículo de Diseño del Proyecto C-2P

Si ningún vehículo que pueda circular por el pavimento con Placa-huella, de menor peso que el camión C-3, le produce falla a la placa- huella reforzada resulta innecesario efectuar estudios de tránsito (conteos, proyecciones, etc.) tendientes a estimar el volumen de tránsito que podría generar falla en dicho pavimento. La única razón para realizar estudios de tránsito sería establecer si la vía demandaría la circulación de vehículos con dimensiones y peso mayores que los del C-3 durante el periodo de diseño.

En caso de identificarse la necesidad que durante la vida útil del pavimento a construir deban transitar por él vehículos de dimensiones y peso superiores a las del C-2P la construcción del pavimento con Placa-huella reforzada no sería viable bajo las condiciones de la Guía de Diseño de Pavimentos con Placa-huella y el mismo debería ser analizado bajo metodologías apropiadas para el diseño en rodaduras de concreto.

5.12 Diseño estructura de pavimento

El pavimento con Placa-huella constituye una solución para vías terciarias de carácter veredal que presentan un volumen de tránsito bajo con muy pocos buses y camiones al día siendo los automóviles, los camperos y las motocicletas el mayor componente del flujo vehicular.

Los elementos que componen la estructura de pavimento en Placa-Huella corresponden a:

Subrasante: Se denomina subrasante al material granular natural que soporta los esfuerzos de carga de una estructura de pavimento, la recomendación general es NO DESESTABILIZAR la superficie existente efectuando cajeos o excavaciones a menos de ser necesario su mejoramiento.

Sub-Base Granular: Es el componente de la estructura de pavimento que ayuda a disipar y transmitir las cargas a la Subrasante, además de incrementar la rigidez de la superficie de apoyo de las placas-huellas, de la piedra pegada y de las berma- cunetas.

Capa de Rodadura: Esta se encuentra compuesta por placa-huella que es una losa de concreto reforzado fundida sobre la subbase en la que su acero de refuerzo se entrecruza con el acero de refuerzo de la riostra y con el acero de refuerzo de la placa-huella del módulo siguiente, la riostra es una viga transversal de concreto reforzado en la que su acero de refuerzo se entrecruza con el acero de refuerzo de la placa-huella del módulo anterior y con el acero de refuerzo de la placa-huella del módulo siguiente, el ultimo componente de la capa de rodadura es la piedra pegada, la cual corresponde a una capa de concreto ciclópeo con espesor de quince centímetros que completa los espacios entre las huellas y berma cunetas.

Berma-Cuneta y Bordillo: La Berma-cuneta y el bordillo son elementos de drenaje superficial construidos en concreto reforzado, fundidos monolíticamente y articulados estructuralmente con la riostra

Elementos de drenaje superficial y subdrenaje: Adicionalmente a las berma- cunetas el pavimento debe complementarse con alcantarillas y aliviaderos, así como con subdrenes en el caso de que sean requeridos.

Peso propio de la capa de Rodadura: Teniendo en cuenta el mecanismo de falla del pavimento con placa-huella es por carga última, las cargas derivadas del peso propio corresponden únicamente al peso del concreto que conforma la placa-huella y la riostra, los cuales se calculan así:

Peso propio de la riostra: Según su dimensionamiento propuesto con 0,20m de ancho; 0,20m de altura y 3,00m de longitud correspondiente a la dimensión máxima de la sección de placa huella, con las medidas anteriores tenemos un volumen de 0.036m^3, estimando una densidad de 24Ton/m^3 del Concreto reforzado, obtenemos un peso propio de 0,864 Toneladas, el cual al ser mayorado por 1,50 como lo recomienda la guía de diseño de placa-huella nos da un valor de peso propio mayorado de 1,30 Toneladas.

Peso propio de la placa-huella: Según su dimensionamiento propuesto con 0,90m de ancho; 0,15m de altura y 0,15m de longitud correspondiente al ancho de la sección de placa huella, con las medidas anteriores tenemos un volumen de 0.405m^3, estimando una densidad de 24Ton/m^3 del Concreto reforzado, obtenemos un peso propio de 9,72 Toneladas, el cual al ser mayorado por 1,50 como lo recomienda la guía de diseño de placa-huella nos da un valor de peso propio mayorado de 14,58 Toneladas.

Clima: El municipio del Carmen de Apicalá se encuentra a 328 msnm, tiene una temperatura promedio de 24°C, una precipitación promedio anual de 1.712,30mm y 105 días de lluvia al año, lo cual equivale a un 28,77% de días con precipitación en el año.
Características de la mezcla de concreto: De manera consciente con lo establecido en la Guía para el Diseño de Placa-Huellas 2015, en el literal h) del numeral 1.1, las condiciones mínimas que debe cumplir este componente de la estructura de pavimento son:

Resistencia a la compresión a los 28 días f 'c = 210 kg /cm2.
Tamaño máximo del agregado grueso Tmáx. = Treinta y ocho milímetros (38 mm). Asentamiento = Cinco (5) centímetros.

Resistencia del Acero de refuerzo: El acero se define por su resistencia y se considera para el presente diseño mínimo de 4.200 Kg/cm^2, Independiente del diámetro o varilla a usar en los elementos estructurales. Según las barras de refuerzo corrugado deben ser de acero de baja aleación que cumplan con las Normas NTC- 2289 – (ASTM A706M). No se permite el uso de acero corrugado de refuerzo fabricado bajo la Norma NTC-245, ni aceros trabajados en frio o trefilado, siguiendo lo indicado en el Capítulo C-7 de la Norma NSR-2010.

Dimensionamiento de la Estructura del Pavimento: La metodología de diseño consistió en aplicar el Modelo de Elementos Finitos (FEM) para calcular los esfuerzos y deformaciones que se presentarían debido a la aplicación de las cargas vivas y muertas, tanto mayoradas como sin mayorar, en función de las exigencias de los códigos NSR-2010 y CCP-14, con los resultados obtenidos asociados a momentos, (M), cortantes (V), cargas (P), sea en placas o elementos viga o Beam (Frame), se procede a aplicar la Teoría de Resistencia I propuesta en el CCP-14, incluyendo la metodología de cálculo expuesta en dicho código para el diseño a momento y cortante.

Para efectos de poder determinar los esfuerzos y deformaciones que se presentan en cada uno de los elementos del pavimento en placa-huella se estructuró un modelo de elementos finitos de una Placa Huella con riostras separadas cada tres metros.

El modelo consistió en 7 módulos de 3,00ml cada uno, con el fin de representar la continuidad de la estructura, las cargas se ubicaron en el módulo central, el cual a su vez se dividió con diferentes nodos internos para poder determinar los esfuerzos máximos generados por el paso del vehículo de diseño. El modelo consideró que la placa huella se encuentra apoyada sobre una capa granular continua de soporte.

Con el fin de brindar un grado adecuado de confiabilidad al modelo planteado, las cargas fueron mayoradas para garantizar que los supuestos del modelo se cumplirán durante la fase de operación de la placa huella, teniendo en cuenta que las inversiones en pavimentación de vías son cuantiosas y que se trata de la elaboración de una guía de diseño de aplicación general, se considera que el grado de confiabilidad debe ser alto.

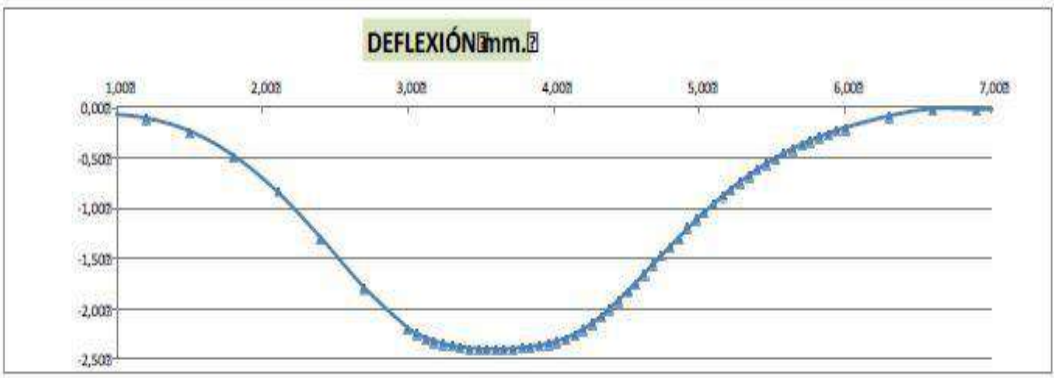
Para obtener un grado de confiabilidad alto, la determinación de las cargas a considerar en el diseño de pavimentos con placa-huella debe minimizar las posibilidades de falla por incertidumbre en la estimación de cargas. Ante la poca información existente sobre factores de mayoración de cargas para el diseño de pavimentos reforzados, se toma la recomendación de Arango-Londoño, que recomienda la utilización de los siguientes factores de mayoración:

Factor de mayoración para carga muerta 1.50 Factor de mayoración para carga viva 1.75

Con el fin determinar los momentos de la placa-huella para evaluar los requerimientos del acero de refuerzo se evaluó el modelo de elementos finitos con los siguientes parámetros:

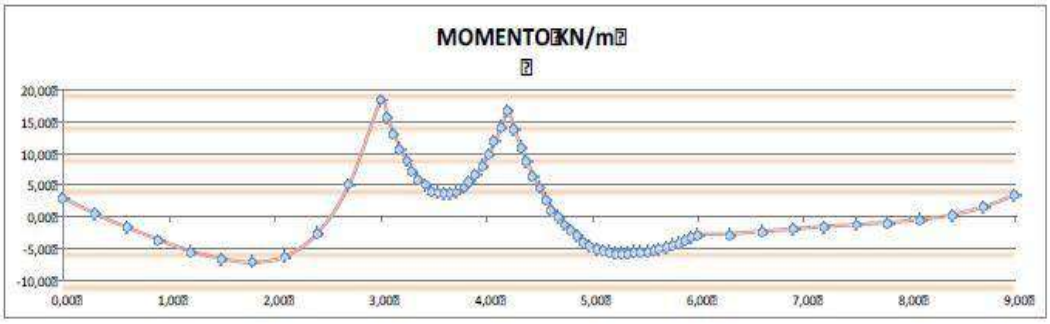
Ancho de banda: 0,90m (ancho de la Placa-huella) Módulo de elasticidad del concreto: 2.1 * 10^6 kN/m^2 Módulo de reacción mínima del soporte: 37,982 kN/m^3 Momento de inercia del cimiento: 2.53125 * 10^{-4}

Deflexiones Calculadas en la Placa Huella



En la figura anterior se muestra que el momento máximo que se presenta en la placa huella corresponde a 18.4 kN-m. Una placa huella de 0.15 mt de espesor con un refuerzo centrado de una barra corrugada # 4 cada 15 cm, tiene una capacidad por momento de 20.5 kN-m.

En consecuencia, este es el refuerzo recomendado debido a que la capacidad supera levemente el momento calculado. Adicionalmente, una separación de 15 cm suministra una adecuada distribución de esfuerzos a lo ancho de la placa-huella.



Distribución de Momento en la Placa Huella

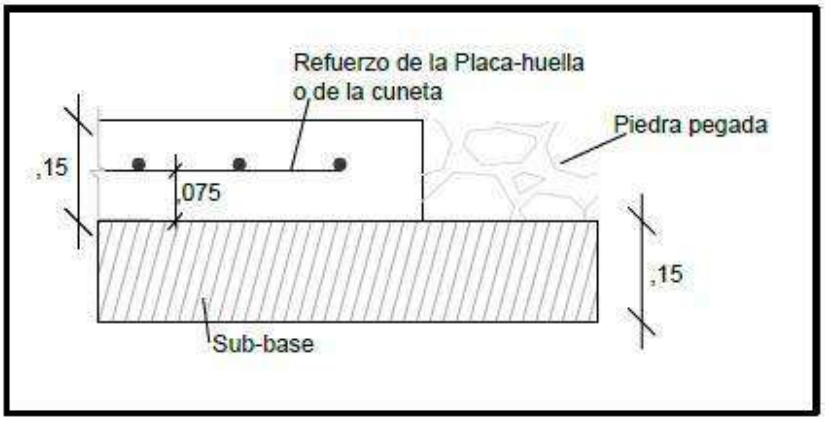
En el caso de elementos de concreto reforzado, con elementos de concreto que están en interacción con el suelo, se recomienda un recubrimiento mínimo de 7.5 cm. Un espesor de 0.15 mts para los pavimentos en placa-huella es el espesor mínimo aceptable que garantiza el recubrimiento mínimo, colocando el refuerzo en el eje central longitudinal, lo que permite contribuir a absorber los momentos negativos y positivos que se presentan en la placa.

Con el fin de fijar el acero de refuerzo longitudinal se recomienda la colocación de acero transversal con barras # 3 cada 20 centímetros, con el propósito fijar el acero longitudinal, evitar desplazamientos durante la construcción y permitir una mejor distribución de esfuerzos transversalmente.

En caso de requerirse placas-huellas con ancho superior a los 90 cm, por ejemplo, en los sobreanchos de las curvas, se debe conservar el mismo acero de refuerzo, con igual distribución que en las placa-huellas de 0.90 mt de ancho. Las berma- cunetas por ser elementos que pueden estar sometidos a las mismas cargas que la placa-huella deberán tener un refuerzo similar al de estas.

Las riostras son elementos cuya función es confinar y garantizar que las placas huellas trabajen monolíticamente, las mismas están sometidas a esfuerzos bajos, por lo que se recomienda la colocación de la cuantía mínima de refuerzo para estos elementos que corresponde a 4 barras #3 longitudinalmente (dos arriba y dos abajo) y estribos #3 cada 25 centímetros.

Juntas: El modelo concibió los diferentes elementos estructurales del pavimento en Placa-huella como una estructura monolítica, por ende, el proceso constructivo debe garantizar la adecuada transmisión de los esfuerzos y deformaciones a lo largo y ancho de estos elementos, a fin de garantizar esto, a continuación, se muestran los detalles de las diferentes juntas de construcción.



Junta entre Placa-huella, Riostra o Berma Cuneta y la Piedra Pegada

La junta que se debe generar de manera longitudinal corresponde a una junta fría por proceso constructivo.

6 Recomendaciones constructivas

Berma-cuneta y el Bordillo: Estos elementos deben fundirse de manera tal que se desempeñen como uno solo (monolítico), la Berma-cuneta y bordillo deberán colocarse sobre la subbase granular una previo a la fundida y fraguada la placa-huella y la riostra, esto con el fin de delimitar y contener la sección vial a construir, además de generar una junta fría longitudinal con la piedra pegada.

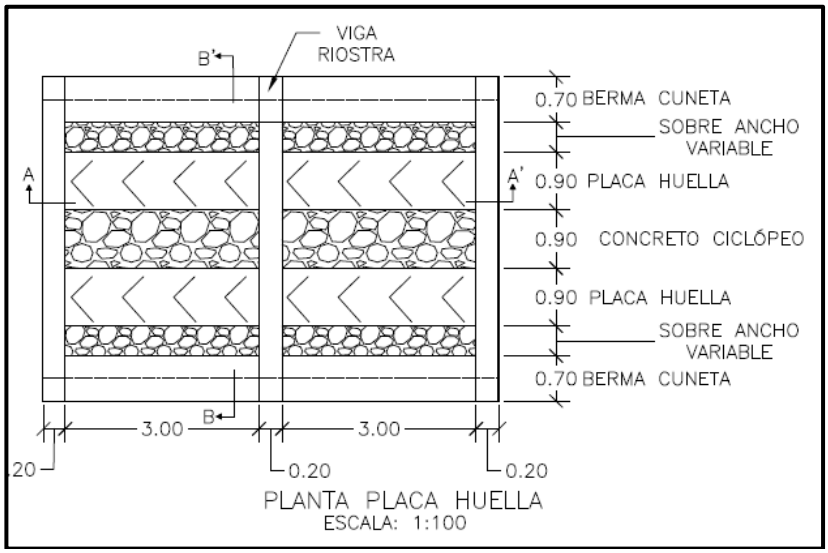


Ilustración 9.Esquema en planta de la Berma-Cuneta

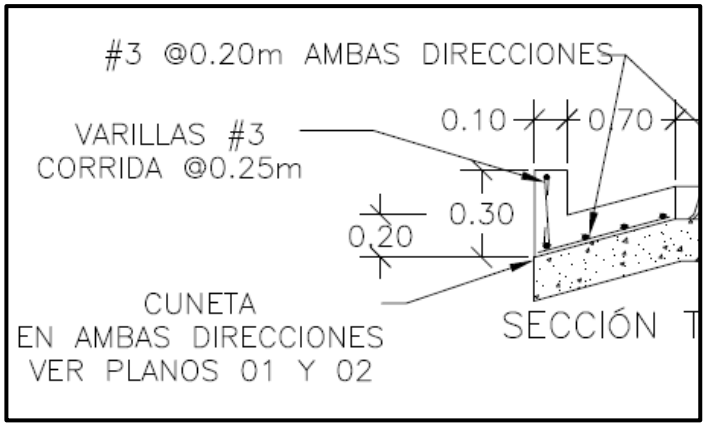


Ilustración 10. Perfil y detalles de la Berma-Cuneta

Piedra Pegada: La principal función de la piedra pegada es la disminución de costos en la construcción de pavimentos con placa-huella reforzada, por ende, ésta no tiene capacidad estructural y por lo tanto no requiere mecanismo de transmisión de esfuerzos con los otros elementos del pavimento con placa-huella.

La piedra pegada conformada por un concreto ciclópeo, compuesto por 60% de concreto simple y 40% de agregado ciclópeo, con las siguientes características:

6.1.1.1 Características del concreto simple:

Resistencia a la compresión a los 28 días f 'c = 210 kg/cm^2.
Tamaño máximo del agregado grueso Tmáx. = Treinta y ocho (38 mm) milímetros.
Asentamiento = Cinco (5) centímetros.

6.1.1.2 Características del Agregado Ciclópeo:

- Tamaño máximo del agregado Tmáx. = entre ocho (0,08 m) y doce (0,12 m) centímetros.
- Deben ser cantos rodados.

Las demás características de los materiales deben cumplir con la Especificación 630 – 13 del Instituto Nacional de Vías.

La piedra pegada deberá colocarse sobre la subbase granular una vez se encuentre fundida y fraguada la placa-huella, la riostra y la berma-cuneta circundante.

Se colocará una capa de concreto simple de cinco centímetros (0,05 m) de espesor directamente sobre la subbase para luego colocar manualmente el agregado ciclópeo distribuyéndolo uniformemente, a continuación, se colocará el resto del concreto simple y finalmente se deberá completar el agregado ciclópeo. En todo caso se deberá cumplir con la relación de 60% de concreto simple y 40% de agregado ciclópeo y buscar siempre que la capa quede lo más uniforme posible.

Placa Huella y Riostra: El diseño de la Placa huella reforzada conforme los resultados mostrados en el presente documento, establecen que los efectos derivados de la disminución de la longitud de la placa, mejores condiciones de apoyo o mayor ancho de la huella permiten una leve disminución de los esfuerzos en los elementos, que mejoran las condiciones de seguridad, pero no ameritan el cambio del refuerzo de la misma. Por lo anterior la placa-huella tendrá las siguientes características:

Longitud: La longitud puede fluctuar entre un valor mínimo de un metro (1,00 m) y un valor máximo de tres metros (3,00 m).

Espesor: Quince centímetros (0,15 m). El espesor es igual para todos los tamaños de placa-huella.

Refuerzo longitudinal: Una varilla número 3 cada veinte centímetros (1#3@0,20), La longitud de traslape de las varillas longitudinales #3 es de mínimo cincuenta y cuatro (54 cms) centímetros.
Refuerzo transversal: Una varilla número 3 cada veinticinco centímetros (1#3@0,25).

El acero de refuerzo se debe colocar en la mitad del espesor de la placa-huella, lo que implica un recubrimiento de siete y medio centímetros (0,075 m) tanto en la cara superior como en la inferior.

El acero de refuerzo se debe colocar en la mitad del espesor parece ya que las estimaciones del diseño parten de que el acero está en el centro del espesor, posición que es beneficiosa ya que ésta única parrilla de refuerzo sirve para absorber esfuerzos tanto positivos como negativos que se producen por el desplazamiento de las cargas móviles. Además, permite cumplir con el recubrimiento mínimo establecido por el Código.

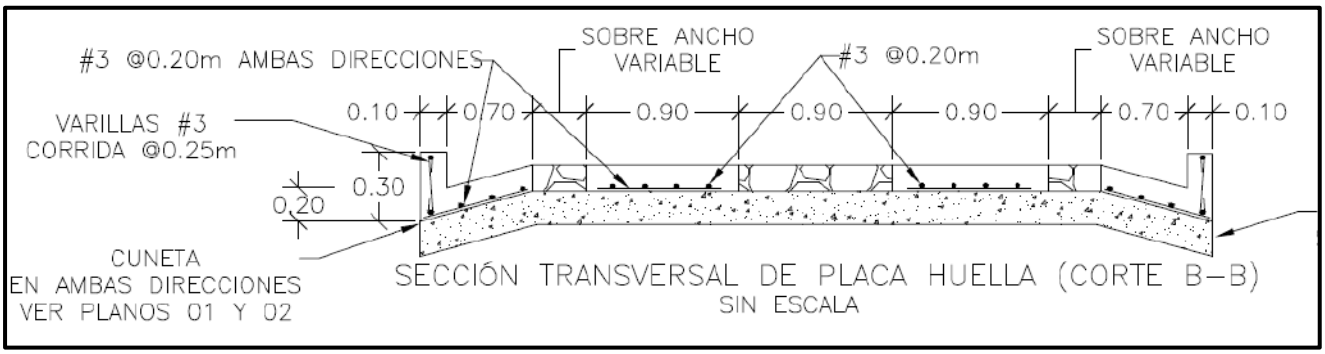


Ilustración 11. Corte trasversal distribución acero placa huella.

Textura superficial de la Placa-huella: La superficie de la Placa-huella debe tener una textura transversal homogénea en forma de estriado, que cumpla con lo indicado en el Manual de Obras menores y de drenaje Colombia rural 2021.

Riostra: El modelo de Elementos Finitos desarrollado también permitió determinar los esfuerzos y deformaciones generados en la riostra a partir de los cuales se elaboró el diseño estructural de este elemento el cual tiene las siguientes características:

Longitud máxima: 5,00 metros. Ancho de la Riostra: 0,20 metros. Peralte de la Riostra: 0,25 metros.
Refuerzo Longitudinal: Cuatro varillas número 3 (4#3).
Estribos: Una varilla número 3 cada 25 centímetros (1#3@0,25).

La longitud de traslape de las varillas longitudinales #3 es de mínimo de (56,0 cms) centímetros.

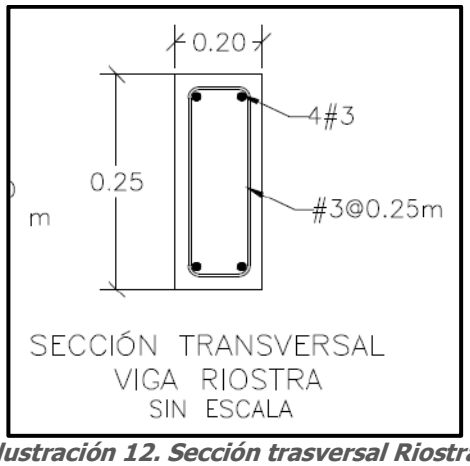


Ilustración 12. Sección trasversal Riostra.



Ilustración 13. Sección longitudinal riostra placa huella.



Ilustración 14. sección Longitudinal huellas.

Características del concreto simple:
Resistencia a la compresión a los 28 días f 'c = 210 kg/cm2 .
Tamaño máximo del agregado grueso Tmáx. = Treinta y ocho (38 mm) milímetros.
Asentamiento = Cinco (5) centímetros.

El concreto para Placa-huella y Riostra deberá colocarse sobre la subbase granular una vez se encuentre fundida y fraguada la berma-cuneta circundante.

Se colocará en una sola capa de concreto simple de quince centímetros (0,15 m) de espesor directamente sobre la subbase recubriendo el acero de refuerzo previamente instalado, para luego proceder a vibrarlo y texturizarlo.

Sub-Base Granular: Se procederá con la colocación de material tipo Sub-base granular cuando la superficie sobre la cual se apoyará el material se encuentre con la compactación apropiada, y las cotas y secciones indicadas en los planos de diseño geométrico se encuentren con las tolerancias establecidas en la normatividad.

Si en la superficie de apoyo existen irregularidades que excedan las tolerancias determinadas en la especificación de la capa de la cual forma parte, se procederá a hacerse las correcciones pertinentes.

El material se verá disponer en un cordón de sección uniforme empleando el equipo adecuado y disponible de manera que no perjudique la capa subyacente y mantenga la humedad uniforme del

material. El material extendido deberá mostrar una distribución granulométrica uniforme sin segregaciones evidentes.

Teniendo en cuenta que la normatividad que aplica para el proyecto en mención son las establecidas en el manual Cartilla de obras menores Colombia rural 2021, se deben analizar las características de los diferentes materiales propuestos en el diseño, buscando que se cumplan como mínimo las características exigidas en estas. Dicho análisis requiere que se establezcan de forma inicial parámetros como el Nivel de Tránsito al cual corresponde la via en función del Número de Ejes Equivalentes proyectados en el periodo de diseño, el cual corresponde para el presente caso a vías de bajo tráfico menores a 500.000 ejes.

NIVEL DE TRÁNSITO	NÚMERO DE EJES EQUIVALENTES DE 80 kN EN EL CARRIL DE DISEÑO, N_{80kN}, MILLONES
NT1	$N_{80kN} \leq 0.5$
NT2	$0.5 < N_{80kN} \leq 5.0$
NT3	$N_{80kN} > 5.0$

Determinación Nivel de transito según ejes equivalentes

Una vez establecido el nivel de tránsito se procede a buscar el CBR, Modulo de reacción y coeficiente estructural de cada una de las capas así:

Definición clase de Sub-Base Granular: Teniendo en cuenta el Nivel de Tránsito previamente establecido en el manual Cartilla de obras menores Colombia rural 2021, clases de Sub-Base Granular en función de la calidad de los agregados (Clase A, B y C).

CLASE DE SUB-BASE GRANULAR	NIVEL DE TRÁNSITO
Clase C	NT1
Clase B	NT2
Clase A	NT3

Definición Clase Sub-Base Granular

Determinación Exigencias de calidad para la Sub-Base Granular: Con base en el Nivel de Tránsito de la vía objeto del estudio, se determina que la clase de Sub-Base Granular que se debe utilizar según recomendación del manual Cartilla de obras menores Colombia rural 2021 corresponde a una Sub-Base Clase C, cuyas exigencias de calidad se presentan a continuación:

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

ESPECIFICACIONES 2012 INVIAS

Exigencia de calidad para la Sub-Base Granular

Protección y Separación de estructura de Pavimento: Adicionalmente, la estructura de pavimento requiere un aislamiento o separación de la subrasante, conclusión a la que se llega por los altos valores de humedad natural encontrados en las subrasantes analizadas, esto con el fin de garantizar la vida útil de la misma conforme a lo proyectado en el periodo de diseño, es por esto que conforme a lo establecido en la *Obras Menores De Drenaje Y Estructuras Viales Programa Colombia Rural* se procedió a verificar el tipo de geotextil que puede cumplir esta necesidad.

Para la determinación del geotextil a emplear se usó el software GEOSOFT 3.0 de PAVCO, cuya modelación se presenta a continuación:



Ilustración 15 – Parámetros de Diseño Geotextil de Separación



Ilustración 16 – Criterios de Escogencia Geotextil de Separación



Ilustración 17 – Parámetros de Diseño Geotextil de Separación

Conforme a la normatividad INVIAS y los resultados obtenidos de la modelación en el Software GEOSOFT, se recomieda el uso de un Geotextil NT 2500 para separación de la estructura de pavimento (Rígida y/o flexible) y la subrasante, sobre el T2100 teniendo en cuenta que su funcion es similar y la diferencia de costos es significativa.

7 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- Teniendo en cuenta que los valores de CBR de cada uno de los tramos es mayor al 3%, es posible aplicar los lineamientos de la Guía *Obras Menores De Drenaje Y Estructuras Viales Programa Colombia Rural*.

- La sección definida para la construcción de placa huella es de 5.00mts y se establece en sub base granular Espesor de 15cm, huellas y bermas de 15cm al igual que las cunetas, los anchos de cada elemento como se muestra a continuación:

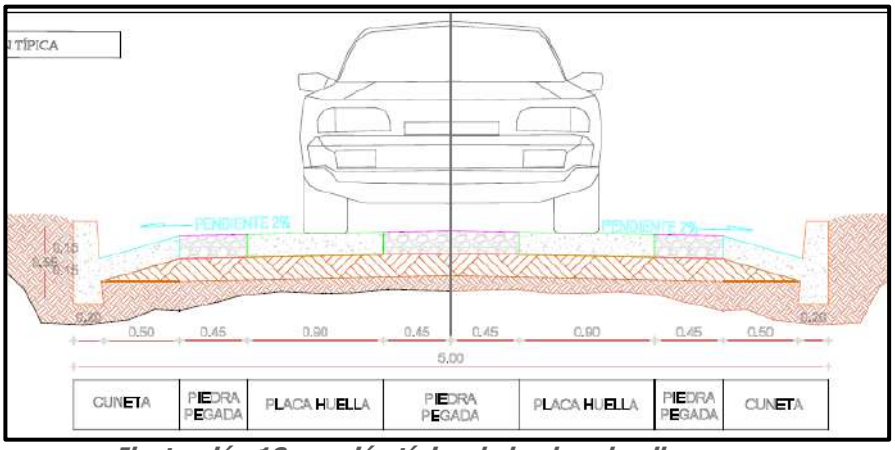


Ilustración 18. sección típica de la placa huella.

- Los conceptos tradicionales vinculados al diseño y construcción de los pavimentos flexibles y rígidos no aplican para los pavimentos con placa-huella. No es posible elaborar una Guía que presente diseños asociados a diferentes climas, diferentes espectros de tránsito, diferentes subrasantes y diferentes tipos de materiales tal como existen para el diseño de los pavimentos convencionales tanto flexibles como rígidos.

- Los análisis se realizaron con superficie de apoyo con un módulo de reacción del conjunto de 37,982 kN/m3, que corresponde a una subrasante con CBR de 3.0 (mínimo recomendado) y una subbase granular de 0.15 mt de espesor. Durante el proceso constructivo se debe garantizar el cumplimiento de estas condiciones mínimas, las cuales deben mantenerse durante el periodo de servicio del pavimento para garantizar la durabilidad del mismo.

- Tanto la subrasante como la subbase deben ser debidamente compactadas. Se debe garantizar el confinamiento de la subbase por parte de la riostra y el bordillo, por lo que estos elementos deberán proyectarse por debajo de la placa, como mínimo hasta alcanzar una profundidad igual al espesor de la subbase (15 cm).

- El efecto de una mejora en la calidad del soporte de la placa-huella representa una leve disminución en los esfuerzos, deformaciones y momentos que se presenta en los pavimentos

de placa-huella reforzada, se recomienda que esta diminución de esfuerzos se considere un factor de seguridad y no se reduzcan las cuantías del refuerzo.

- Las cuantías de refuerzo propuestas son muy cercanas a la cuantía mínima requerida por el la placa huella. La reducción la cuantía de refuerzo implicaría un incremento en el espaciamiento de las barras #3, respetando las separación de 20cm en ambos sentidos, y la distribucion de las riostras será cada 3.00 mts conformada por 4 varillas longitudinales y yn lfeje trasversal cada 25 cm.

- Las juntas de construcción de la placa-huella deben hacerse a un tercio de la longitud de la misma, medido desde la riostra y en ese punto se permite traslapo de máximo el 50% del refuerzo longitudinal. La Junta de construcción de la riostra debe hacerse a 30 cm del punto donde termina la placa-huella, en este punto se permite traslapo de máximo el 50% del acero longitudinal.

- El análisis con elementos finitos reveló que el esfuerzo máximo de tensión ocurre cuando la carga está en la posición centro-borde de la placa, el esfuerzo disminuye con el incremento del espesor de la placa, y con la disminución de la longitud de la placa. Dependiendo del tipo de eje y espesor de placa, la longitud de placa que no supere el módulo de rotura del concreto es variable, pero la falla por carga última bajo los ejes evaluados (SRS, SRD y Tándem) se puede controlar con la disminución de la longitud de la placa.

- El efecto más crítico del gradiente de temperatura, es incrementar los esfuerzos máximos de tensión en el borde inferior de la placa, este efecto también se puede minimizar disminuyendo la longitud de la placa, situación que es una ventaja dado que no existe mayor información sobre gradientes en losas de concreto en todo el territorio nacional.

- Cuando se limita la longitud de la placa a 1.0 mt de largo con 0.9 mt de ancho, el análisis de fatiga revela que es posible diseñar pavimentos en palca-huella de concreto simple con las cargas estudiadas, sin embargo, no es posible evaluar el comportamiento a erosión de estos pavimentos debido a que no existe un modelo adecuado.

- Se encontró que el método de diseño de pavimentos de concreto de la Portland Cement Association – PCA, no es aplicable para la determinación de espesores de pavimentos en placa-huella en concreto, ya que sus procedimientos de análisis de fatiga y erosión están concebidos para losas de concreto con geometría distinta a las placas-huella de concreto, por lo cual varios de los criterios del método de la PCA, no son aplicables para los pavimentos en placa-huella.

- Una causa frecuente del deterioro de pavimentos de concreto es el bombeo, que consiste en la expulsión del material granular bajo la losa, generando pérdida de soporte la misma. La erosión ocurre debido a la acción combinada de la carga y la presencia de agua en el material de soporte, que genera la expulsión del material por las esquinas y juntas de las losas, generando vacíos que inducen escalonamiento y fisuración del pavimento. La deflexión más crítica ocurre en la esquina de las losas bajo la acción de las cargas de tránsito.

- Se hace necesario el uso de un Geotextil NT 2500 que permita proteger la estructura de pavimento de la ascensión capilar del agua y posterior migración de finos hacia la subrasante.



Héctor Manuel Lozada Murcia
Ing. Civil – Esp. Pavimentos.
M.P. 70202 - 173945 TLM

MEMORIAL DE RESPONSABILIDAD

Señores
Alcaldía Municipal de Chaparral – Tolima secretaría de Planeación
Ciudad

Asunto: Certificación Elaboración de diseño de estructura de placa huella según los lineamientos de la *Cartilla Obras Menores De Drenaje Y Estructuras Viales Programa Colombia Rural*, de la CONSULTORÍA: "CONTRATAR LOS ESTUDIOS Y DISEÑOS PARA EL MEJORAMIENTO DE VIAS TERCIARIAS CON LA CONSTRUCCION DE PLACA HUELLA EN DIFERENTES PUNTOS CRITICOS DISPERSOS EN LA ZON RURAL DEL MUNICIPIO DE CHAPARRAL TOLIMA - PROYECTO BPIM 2024731680003"

Certifico que he realizado el ***Diseño de Placa huella***, de la consultoría que tiene por objeto, "MEJORAMIENTO DE VÍAS TERCIARIAS CON LA CONSTRUCCIÓN DE PLACA HUELLA EN DIFERENTES PUNTOS CRÍTICOS DISPERSOS EN LA ZONA RURAL DEL MUNICIPIO CHAPARRAL, TOLIMA"., a construirse en el Municipio del Chaparral, Departamento del Tolima, de acuerdo con los requisitos técnicos vigentes, establecidos en la la Cartilla Obras Menores De Drenaje Y Estructuras Viales Programa Colombia Rural, y las metodologías internacionales reconocidas, cuyo documento que presento está debidamente firmado.

Para los fines pertinentes, anexo copia de mi Tarjeta o Matrícula Profesional y certificado de vigencia de la misma y copia de la cédula de ciudadanía.

Att.



Héctor Manuel Lozada Murcia
Ing. Civil – Esp. Pavimentos.
M.P. 70202 - 173945 TLM


REPUBLICA DE COLOMBIA
IDENTIFICACION PERSONAL
CEDULA DE CIUDADANIA
NUMERO 1.110.471.637
LOZADA MURCIA
APELLIDOS
HECTOR MANUEL
NOMBRES
FIRMA


FECHA DE NACIMIENTO 15-ABR-1988
BOGOTA D.C
(CUNDINAMARCA)
LUGAR DE NACIMIENTO
1.73
ESTATURA
O-
G.S. RH
M
SEXO
08-JUN-2006 IBAGUE
FECHA Y LUGAR DE EXPEDICION
INDICE DERECHO
REGISTRADOR NACIONAL
A-2900100-00429800-M-1110471637-20130403
0032624935A 1
38629825


REPUBLICA DE COLOMBIA
CONSEJO PROFESIONAL NACIONAL DE INGENIERIA
COPNIA
MATRICULA PROFESIONAL No.
70202173945TLM
INGENIERO CIVIL
DE FECHA 20/08/2009
HECTOR MANUEL
LOZADA MURCIA
C.C. 1110471637
UNIVERSIDAD COOPERATIVA
DE COLOMBIA
PRESIDENTE DEL CONSEJO


Este es un documento público expedido en virtud de la Ley 842 de 2003, que autoriza a su titular para ejercer como Ingeniero en todo el Territorio Nacional.
En caso de extravío debe ser remitida al COPNIA
Calle 78 No. 9 - 57 Oficina 1301 Tel. 3220102 Bogotá D.C.



LA REPÚBLICA DE COLOMBIA

y en su nombre la

Universidad Cooperativa de Colombia

Personería Jurídica, resolución 24.195 del 20 de Diciembre de 1.983 del Ministerio de Educación Nacional.

Certifica que

Héctor Manuel Lozada Murcia

CÉDULA DE CIUDADANÍA Nº 1.110'471.637 DE IBAGUÉ

Ha cumplido con todos los estudios

que los estatutos universitarios exigen para optar al título de

INGENIERO CIVIL

Le expide el presente diploma. En testimonio de ello

se firma en Ibagué, el día 23 de julio de 2009

Rector

Decano de Facultad

Director Seccional

Secretaria General

Registros y Diplomas

Anotado al folio No. 22 del libro de Registros y Diplomas No. 05 Refrendado en Ibagué el día 23 de julio de 2009



Universidad Católica de Colombia

Considerando que:

Héctor Manuel Lozada Murcia

C.C. 1104471637 Ibague

Aprobó los estudios de posgrado programados por la Universidad y cumplió con los requisitos exigidos por la Ley y los reglamentos, le confiere el título de

Especialista en
Ingeniería de Pavimentos

En testimonio de lo expuesto se expide el presente diploma, en Bogotá, D.C.
a los 8 días del mes de abril del año dos mil dieciséis (2016)

El Rector | El Secretario General | El Decano | El Director del Posgrado

18153