



ALCALDÍA DE
SANTIAGO DE CALI



ANÁLISIS INTEGRAL DE LA RED DE INFRAESTRUCTURA VIAL PARA LA MOVILIDAD MOTORIZADA EN EL MUNICIPIO DE CALI

CONTRATO INTERADMINISTRATIVO 4132.0.27.1.03

INFORME FINAL

TOMO I

ESTUDIO DE INVENTARIO VIAL

MUNICIPIO DE CALI
DEPARTAMENTO ADMINISTRATIVO DE PLANEACIÓN MUNICIPAL – DAPM
Y
UNIVERSIDAD DEL VALLE



Santiago de Cali, Diciembre de 2015



ANÁLISIS INTEGRAL DE LA RED DE INFRAESTRUCTURA VIAL PARA LA MOVILIDAD MOTORIZADA EN EL MUNICIPIO DE CALI

CONTRATO INTERADMINISTRATIVO 4132.0.27.1.03

INFORME FINAL

TOMO I

ESTUDIO DE INVENTARIO VIAL

**MUNICIPIO DE CALI
DEPARTAMENTO ADMINISTRATIVO DE PLANEACIÓN MUNICIPAL – DAPM
Y
UNIVERSIDAD DEL VALLE
GRUPO DE INVESTIGACION EN TRANSITO, TRANSPORTE Y VIAS – GITTIV**

Santiago de Cali, Diciembre de 2015

TABLA DE CONTENIDO

	Pag.
1 ESTUDIO DE INVENTARIO VIAL.....	1
1.1 INTRODUCCION.....	1
1.2 OBJETIVOS	1
1.2.1 GENERAL	1
1.2.2 ESPECIFICOS	1
1.3 MARCO METODOLOGICO.....	2
1.3.1 FASE DE APRESTAMIENTO.....	2
1.3.2 FASE DE RECOLECCION DE INFORMACION PRIMARIA	16
1.3.3 REQUERIMIENTOS TECNICOS ASOCIADOS A LA INFORMACION GEOGRAFICA.....	21
1.4 EJECUCIÓN DEL PROCESO DE RECOPIACION DE INFORMACIÓN PRIMARIA	27
1.5 PROCESAMIENTO DE LA INFORMACION PRIMARIA RECOPIADA	40
1.6 RESULTADOS	54
1.6.1 Área de estudio y jerarquía vial.....	54
1.6.2 Tipo de pavimento	56
1.6.3 Presencia y valoración de fallas superficiales en la capa de rodadura.....	61
1.6.4 Estado superficial de la capa de rodadura (Estado de la Infraestructura) ...	85
1.6.5 Distribución de número de carriles en vía arteria primaria	94
1.6.6 Distribución de número de carriles en vía arteria secundaria.....	97
1.6.7 Distribución de número de carriles en vía colectora.....	99
1.6.8 Distribución de número de carriles en calzada exclusiva de transporte masivo	101
1.6.9 Distribución de anchos de calzada en vía arteria principal (Calzadas principales).....	103
1.6.10 Distribución de anchos de calzada en vía arteria principal (Calzadas auxiliares y/o de servicio).....	105
1.6.11 Distribución de anchos de calzada en vía arteria secundaria para calzadas principales	107

1.6.12	Distribución de anchos de calzada en carril exclusivo de transporte masivo 109	
1.6.13	Estacionamientos.....	111
1.7	CONCLUSIONES.....	113
ANEXO N° 1. MODELO DE RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN PARA TOMA DE DATOS EN CAMPO		118
ANEXO N° 2. MODELO DE DATOS DE LA BASE GEOGRAFICA.....		118
ANEXO N° 3. BASE DE DATOS GEOGRAFICA		118
ANEXO N° 4. ARCHIVO FOTOGRAFICO		118
ANEXO N° 5. ARCHIVO DE SECCIONES VIALES		118
ANEXO N° 6. CARTOGRAFIA.....		118

LISTA DE FIGURAS

	Pag.
Figura 1. Espacio geográfico y localización del tramo.....	7
Figura 2. Plano Guía, Sector a levantar.....	7
Figura 3. Esquema cara frontal de la ficha de recolección de información.....	8
Figura 4. Esquema cara posterior de la ficha de recolección de información.....	10
Figura 5. Orientación de la sección en tramos verticales.....	13
Figura 6. Orientación de la sección en tramos horizontales.....	14
Figura 7 Odómetro.....	17
Figura 8 Cinta Métrica.....	18
Figura 9. Dibujo de las secciones en autocad.....	20
Figura 10. Modelo entidad – relación de los datos y estructura de la base de datos.....	23
Figura 11 Activación del hipervínculo al archivo de las secciones viales.....	25
Figura 12 Activación del hipervínculo al archivo fotográfico.....	27
Figura 13 Registro fotográfico de captura de información en campo.....	28
Figura 14 Registro fotográfico de captura de información en campo.....	29
Figura 15 Registro fotográfico de captura de información en campo.....	30
Figura 16 Registro fotográfico de captura de información en campo.....	31
Figura 17 Registro fotográfico de captura de información en campo.....	32
Figura 18 Registro fotográfico de captura de información en campo.....	33
Figura 19. Área de estudio.....	35
Figura 20 Red vial inventariada en campo por UPU, corte al 1 de octubre 2015.....	37
Figura 21 Red vial inventariada en campo por UPU, corte al 23 de octubre 2015.....	39
Figura 22. Bache.....	50
Figura 23. Grieta.....	51
Figura 24. Parche.....	52
Figura 25. Piel de Cocodrilo.....	52
Figura 26. Desgaste.....	53
Figura 27 Jerarquía vial en el área de estudio.....	54
Figura 28 Plano PL1 - Área de estudio en jerarquía vial.....	55
Figura 29 Tipo de pavimento en el área de estudio.....	56
Figura 30 Tipo de pavimento según la UPU.....	57
Figura 31 Plano PL2 - Tipo de pavimento.....	58
Figura 32 Tipo de pavimento en vías arterias principales.....	59
Figura 33 Tipo de pavimento en vías arterias secundarias.....	59
Figura 34 Tipo de pavimento en vías colectoras.....	60
Figura 35 Tipo de pavimento en vías locales de interés.....	61
Figura 36 Presencia y valoración de Baches en jerarquía vial.....	62
Figura 37 Presencia y valoración de Baches según la Unidad de Planificación Urbana.....	62
Figura 38 Plano PL6 - Presencia de baches en jerarquía vial.....	63
Figura 39 Presencia y valoración de Baches en vías arterias principales.....	64
Figura 40 Presencia y valoración de Baches en vías arterias secundarias.....	65
Figura 41 Presencia y valoración de Baches en vías arterias colectoras.....	65
Figura 42 Presencia y valoración de Baches en vías locales de interés.....	66
Figura 43 Presencia y valoración de Grietas en jerarquía vial.....	66

Figura 44 Plano PL10 - Presencia de grietas en jerarquía vial.....	67
Figura 45 Presencia y valoración de Grietas según la Unidad de Planificación Urbana	68
Figura 46 Presencia y valoración de Grietas en vías arterias principales	69
Figura 47 Presencia y valoración de Grietas en vías arterias secundarias	69
Figura 48 Presencia y valoración de Grietas en vías colectoras	70
Figura 49 Presencia y valoración de Grietas en vías locales de interés	70
Figura 50 Presencia y valoración de Parches en jerarquía vial.....	71
Figura 51 Presencia y valoración de Parches según la Unidad de Planificación Urbana	71
Figura 52 Plano PL14 - Presencia de parches en jerarquía vial.....	72
Figura 53 Presencia y valoración de Parches en vías arterias principales.....	73
Figura 54 Presencia y valoración de Parches en vías arterias secundarias	74
Figura 55 Presencia y valoración de Parches en vías colectoras	74
Figura 56 Presencia y valoración de Parches en vías locales de interés.....	75
Figura 57 Valoración del desgaste superficial de la capa de rodadura en jerarquía vial	75
Figura 58 Plano PL18 - Desgaste en jerarquía vial	76
Figura 59 Valoración del desgaste superficial de la capa de rodadura según la Unidad de Planificación Urbana.....	77
Figura 60 Valoración del desgaste superficial de la capa de rodadura en vías arterias principales	78
Figura 61 Valoración del desgaste superficial de la capa de rodadura en vías arterias secundarias	79
Figura 62 Valoración del desgaste superficial de la capa de rodadura en vías colectoras	79
Figura 63 Valoración del desgaste superficial de la capa de rodadura en vías locales de interés ..	80
Figura 64 Presencia y valoración de Piel de cocodrilo en jerarquía vial.....	80
Figura 65 Plano PL22 - Piel de cocodrilo en jerarquía vial	81
Figura 66 Presencia y valoración de piel de cocodrilo según la Unidad de Planificación Urbana ...	82
Figura 67 Presencia y valoración de Piel de cocodrilo en vías arterias principales	83
Figura 68 Presencia y valoración de Piel de cocodrilo en vías arterias secundarias	84
Figura 69 Presencia y valoración de Piel de cocodrilo en vías colectoras	84
Figura 70 Presencia y valoración de Piel de cocodrilo en vías locales de interés	85
Figura 71 Estado superficial de la capa de rodadura (Estado de la infraestructura)	85
Figura 72 Plano PL26 - Estado de la superficie.....	86
Figura 73 Estado superficial de la capa de rodadura (Estado de Infraestructura) según la jerarquía vial.....	87
Figura 74 Estado superficial de la capa de rodadura (Estado de Infraestructura) según la Unidad de Planificación Urbana.....	88
Figura 75 Estado superficial de la capa de rodadura en pavimento Flexible	89
Figura 76 Plano PL27 - Estado de la superficie en pavimento flexible.....	90
Figura 77 Estado superficial de la capa de rodadura en pavimento Rígido	91
Figura 78 Estado superficial de la capa de rodadura en pavimento Mixto	91
Figura 79 Plano PL28 - Estado de la superficie en pavimento rígido	92
Figura 80 Plano PL29 - Estado de la superficie en pavimento mixto	93
Figura 81 Vías sin pavimento.....	94
Figura 82 Distribución de número de carriles en vía arteria primaria	94
Figura 83 Plano PL30 - Vías sin pavimento	95
Figura 84 Plano PL31 - Distribución de número de carriles en vía arteria primaria	96
Figura 85 Distribución de número de carriles en vía arteria secundaria.....	97

Figura 86 Plano PL32 - Distribución de número de carriles en vía arteria secundaria.....	98
Figura 87 Distribución de número de carriles en vía arteria colectora.....	99
Figura 88 Plano PL33 - Distribución de número de carriles en vía arteria colectora.....	100
Figura 89 Distribución de número de carriles en calzada exclusiva de transporte masivo	101
Figura 90 Plano PL34 - Distribución de número de carriles en calzada exclusiva de transporte masivo.....	102
Figura 91 Distribución de anchos de calzada en vía arteria principal para calzadas principales...	103
Figura 92 Plano PL35 - Distribución de anchos de calzada en vía arteria principal para calzadas principales.....	104
Figura 93 Distribución de anchos de calzada en vía arteria principal para calzadas auxiliares.....	105
Figura 94 Plano PL36 - Distribución de anchos de calzada en vía arteria principal para calzadas auxiliares.....	106
Figura 95 Distribución de anchos de calzada en vía arteria secundaria para calzadas principales	107
Figura 96 Plano PL37 - Distribución de anchos de calzada en vía arteria secundaria para calzadas principales.....	108
Figura 97 Distribución de anchos de calzada en carril exclusivo de transporte masivo.....	109
Figura 98 Plano PL38 - Distribución de anchos de calzada en carril exclusivo de transporte masivo	110
Figura 99 Plano PL39 - Bahías de estacionamiento.....	112

LISTA DE TABLAS

Pag.

Tabla 1. Cara frontal de la ficha de recolección de información. Variables a identificar de infraestructura vial.	5
Tabla 2. Características para definir el estado superficial de la capa de rodadura.	6
Tabla 3. Información de estacionamientos.	9
Tabla 4. Información de secciones.	9
Tabla 5. Estructura espacial de datos	24
Tabla 6 Red vial inventariada en campo por UPU, corte al 1 de octubre 2015	36
Tabla 7 Red vial levantada en campo por UPU, corte al 23 de octubre 2015	38
Tabla 8 Dominios y categorías por atributo de la información capturada para infraestructura vial..	41
Tabla 9 Dominios y categorías por atributo de la información capturada para secciones	45
Tabla 10 Dominios y categorías por atributo de la información capturada para estacionamientos .	47
Tabla 11 Tipo de pavimento según la Unidad de Planificación Urbana - UPU	56
Tabla 12 Presencia y valoración de Baches según la Unidad de Planificación Urbana.....	64
Tabla 13 Presencia y valoración de Grietas según la Unidad de Planificación Urbana	68
Tabla 14 Presencia y valoración de Parches según la Unidad de Planificación Urbana	73
Tabla 15 Valoración del desgaste superficial de la capa de rodadura según la Unidad de Planificación Urbana.....	77
Tabla 16 Presencia y valoración de piel de cocodrilo según la Unidad de Planificación Urbana	82
Tabla 17 Estado superficial de la capa de rodadura (Estado de Infraestructura) según la jerarquía vial.....	87
Tabla 18 Estado superficial de la capa de rodadura (Estado de Infraestructura) según la Unidad de Planificación Urbana.....	88

1 ESTUDIO DE INVENTARIO VIAL

1.1 INTRODUCCION

El estudio de inventario vial corresponde a las labores y/o actividades para el levantamiento y caracterización de la red vial primaria, secundaria y colectora de la ciudad de Cali (1022 Kilómetros aprox. según la base cartográfica del POT 2014), a partir de herramientas de Sistemas de Información Geográfica compatible con el software de modelación TransCad.

El Inventario vial de la red vial primaria, secundaria y colectora de la ciudad de Cali, permite obtener información básica de la infraestructura vial para la movilidad motorizada. En este sentido, el inventario vial se refiere principalmente a la recopilación de ciertos datos del estado de la infraestructura vial, así como algunos aspectos geométricos y de secciones viales.

1.2 OBJETIVOS

1.2.1 GENERAL

Recopilación y sistematización de la información básica de la infraestructura vial para la movilidad motorizada de la ciudad de Cali.

1.2.2 ESPECIFICOS

- Recopilar información de fuentes secundarias confiables referente a la infraestructura vial de la red primaria, secundaria y colectora de la ciudad de Cali.
- Levantar y caracterizar como fuente de información primaria, la infraestructura vial de la red primaria, secundaria y colectora de la ciudad de Cali, correspondiente a 1022 Kilómetros aprox. según la base cartográfica del POT 2014.
- Sistematizar a partir de herramientas de Sistemas de Información Geográfica, compatible con el software de modelación TransCAD, la información recopilada de la red primaria, secundaria y colectora.

- Integrar dentro de la herramienta de Sistemas de Información Geográfica tanto la información de la infraestructura vial como la referida al comportamiento vial básico (Volúmenes de tránsito, estudios de velocidades y tiempos de recorridos).

1.3 MARCO METODOLOGICO

1.3.1 FASE DE APRESTAMIENTO

Es la fase preparatoria del proyecto, donde se realizan actividades de: recopilación de información secundaria, capacitación del personal encargado de realizar la recolección de información primaria, diseño del modelo de toma de datos. Cada una de las actividades que componen esta fase fueron concertadas mediante jornadas de retroalimentación con la interventoría y supervisión del proyecto con el objetivo de recibir aportes, observaciones y comentarios.

1.3.1.1 *Recopilación de información secundaria*

La información secundaria corresponde a los datos que no son recopilados en campo directamente por el grupo de profesionales y por tanto deben ser recopilados en entidades confiables que poseen información relevante para el estudio o relacionadas con el objeto, cabe anotar que esta información se someterá a un diagnóstico técnico donde se validará la suficiencia y validez de la misma.

Inicialmente se recopiló información cartográfica del Municipio elaborada por el DAPM, esta información corresponde a:

1. bcs_lim_perimetro_urbano: shapefile del perímetro urbano. Fuente: Base cartográfica del POT 2014.
2. bcs_lim_comunas: shapefile de las comunas de la ciudad. Fuente: Base cartográfica del POT 2014.
3. bcs_manzanas: shapefile del manzaneo de la ciudad. Fuente: Base cartográfica del POT 2014.
4. mov_jerarquización_vial: shapefile de la jerarquización vial. Fuente: Base cartográfica del POT 2014.
5. Grafo_2013: shapefile del grafo de la ciudad. Fuente: Plan Integral de Movilidad Urbana - 2014

6. Infraestructura (compuesto por varias capas): Elaborado por el Plan Integral de Movilidad Urbana 2014 – DAPM, a partir de la información suministrada por la Secretaria de Infraestructura y Valorización Municipal - SIVM

Como base cartográfica se tomó la información relacionada en los puntos 1 – 4, la información relacionada en los puntos 5 y 6 fueron sometidos a un diagnóstico técnico para validar la calidad y validez de los mismos.

1.3.1.1.1 Diagnóstico técnico de la información secundaria: Grafo_2013

El Grafo_2013, corresponde a un archivo shapefile elaborado por el equipo del Plan Integral de Movilidad Urbana - DAPM, el cual simboliza la representación esquemática de la red vial de la ciudad a nivel de vías arterias primarias, secundarias y colectoras.

El diagnóstico consistió en revisar la estructura del archivo y el cumplimiento de las reglas topológicas.

Se encontró que algunas vías colectoras no estaban incluidas dentro de la red, al igual que no se cumplían algunas reglas topológicas, por lo tanto fueron corregidas las inconsistencias encontradas para tomar el archivo como la base cartográfica.

1.3.1.1.2 Diagnóstico técnico de la información secundaria: Infraestructura

La información de infraestructura recopilada por el equipo del Plan Integral de Movilidad Urbana – DAPM, corresponde a información de tipo de superficie y estado de la infraestructura vial por comunas, levantada por la Secretaria de Infraestructura y Valorización Municipal – SIVM y presentada en sus informes de gestión. Al tratarse de información por comunas, no permite geográficamente espacializar la información por cada tramo del grado de la ciudad, dado a que son datos globales por comunas; existe información espacial para los tramos de las comunas 2, 7, 11, 13, 14 y 16, pero esta información es limitada debido a que las SIVM no evaluó las mismas características propuestas en este inventario y no fue registrado la metodología aplicada en el levantamiento de la información.

Debido a la dificultad de armonizar esta información secundaria recopilada, se decide tomarla como referencia pero no se incluye la información dentro del inventario actual.

1.3.1.2 Criterios utilizados para dividir la red vial en tramos-calzada

Para efectos del estudio a realizar, se dividió la red vial en tramos por calzada, de manera que sea funcional para la elaboración de la red de la ciudad con fines de modelación (Grafo).

Cada tramo de la red vial corresponde a una calzada o segmento vial relativamente homogéneo, los retornos, desvíos y glorietas conforman tramos independientes; espacialmente cada tramo corresponde a una entidad geográfica.

- Cada calzada existente es una entidad independiente
- La intercepción de dos (2) arcos o líneas genera un nodo
- El arco o línea representa un tramo de la calzada dibujado sobre el eje de la vía
- Cada arco o línea tiene asociado una dirección de flujo
- Cada arco o línea tiene asociada una base de datos

El esquema de la red vial primaria, secundaria y colectora fue tomado del archivo espacial tipo shapefile “Grafo_2013” proporcionado por el equipo del Plan Integral de Movilidad Urbana – DAPM , el cual después de la evaluación técnica fue ajustado y renombrado a “Grafo_2015” para trabajar durante la fase de recolección de información primaria.

1.3.1.3 Información primaria a recopilar

Corresponde a los datos que son recopilados en campo directamente por el grupo de reconocedores. El levantamiento de la información primaria depende de la planificación y desarrollo metodológico de las actividades establecidas para la ejecución del proyecto y se detalla más adelante.

En el estudio de inventario vial, la información a recolectar por tramos será:

- Referencias de ubicación.
- Longitud. (la longitud de los tramos-calzada podrá ser medida directamente en la cartografía digital de la zona de estudio, con el auxilio de programas de cómputo, o con el odómetro).
- Ancho de la sección transversal y de los principales elementos que la componen. (Ancho de los andenes, de los carriles de circulación y del separador central a lo largo de la red vial estudiada.

- Número de carriles de circulación y estacionamiento a lo largo de la red vial.
- Sentidos de circulación.
- Tipo de pavimento (rígido o flexible).
- Estado de la infraestructura (bueno, regular, malo y sin pavimentar): Se plantea un método de evaluación del estado superficial de la capa de rodadura, por medio de inspecciones visuales, determinando el tipo de falla que se presenta y la cantidad.

1.3.1.4 Ficha de recolección de información

A partir de los requerimientos establecidos en las jornadas de retroalimentación con la interventoría y supervisión del proyecto, se procedió a diseñar el modelo de recolección de información para toma de datos en campo, el cual contiene información geográfica y alfanumérica de cada uno de los tramos a levantar dentro de la red vial primaria, secundaria y colectora.

La ficha está compuesta por información específica del tramo y del reconocimiento del mismo, se construye a dos (2) caras, en la primera cara se identifican los datos de inventario vial, localización y características para definir el estado superficial de la capa de rodadura; por la cara posterior se incorpora la información de estacionamientos y secciones viales.

En la cara frontal de la ficha, se identifican:

Tabla 1. Cara frontal de la ficha de recolección de información. Variables a identificar de infraestructura vial.

INVENTARIO VIAL										
Fecha: (D.M.A.)		RECONOCEDOR					Localización		IDTRAMO	
JORNADA							Nombre de vía:			
Tramo Inicia en	Tramo Termina en	Calzada (P IZ, P D, S)	Sentido (NS, SN, EW, WE)	Longitud del Tramo (Metros)	Número de carriles	Número de carriles de Estacionamiento	Ancho de la Calzada	Tipo de Pavimento (R o F)	ESTADO (B R M)	OBSERVACIONES

Fuente: Elaboración propia, 2015

En esta primera parte de la cara frontal se identifica:

1. Datos de fecha de recolección de la información.
2. Jornada en que se toma la información, ya sea mañana o tarde.
3. Nombre del reconocedor o persona líder de grupo que realiza el diligenciamiento de la ficha.
4. Localización o nombre de la vía a la cual pertenece el tramo.
5. Identificador de tramo o código único para identificar el tramo.
6. Eje vial donde inicia y termina el tramo o en su defecto lugar o placa domiciliaria donde inicia y termina.
7. Especificación de calzada ya sea principal o de servicio a la cual pertenece.
8. Rumbo o dirección del sentido de circulación vial.
9. Longitud del tramo, la cual se asignará de manera posterior utilizando las herramientas de procesamiento de información espacial.
10. Número de carriles de la calzada.
11. Número de carriles de estacionamiento, si existen.
12. Ancho de la calzada.
13. Tipo de pavimento (Flexible o Rígido).
14. El estado de la vía, el cual hace referencia al estado superficial de la capa de rodadura y se calcula posterior a la recolección de información a partir de una clasificación que permita valorar por rangos su condición de bueno, regular o malo.
15. Campo de observaciones que permite incorporar elementos faltantes.

Tabla 2. Características para definir el estado superficial de la capa de rodadura.

BACHE	PEQUEÑO	MEDIANO	GRANDE	SIN BACHE	NO. TOTAL	DESGASTE	% TOTAL	SIN DESGASTE
GRIETA	NO. TOTAL	SIN GRIETA	PARCHES	NO. TOTAL	SIN PARCHES	PIEL DE COCODRILO	% TOTAL	SIN PIEL DE COCODRILO

Fuente: Elaboración propia, 2015

Para definir el estado superficial de la capa de rodadura, se tienen en cuenta cinco (5) variables o características por tramo, que permiten una evaluación estandarizada y no tan subjetiva; las variables a medir y a observar corresponden al *Número de Baches* por cada 100 metros, *Número de Grietas* por cada 100 metros, *Número de Parches* por cada 100 metros, *Porcentaje de desgaste* del tramo y *Porcentaje de Piel de Cocodrilo del tramo*, con los cuales se calcula un índice y se asigna el estado superficial de la capa de rodadura.

Adicionalmente, para facilidad del reconocedor, se anexa el espacio geográfico donde se identifica el tramo a levantar, Norte, el manzaneo aledaño, separadores viales y toponimia, para su ubicación. Como apoyo en la ubicación del sector a levantar, adicionalmente se genera planos guía.

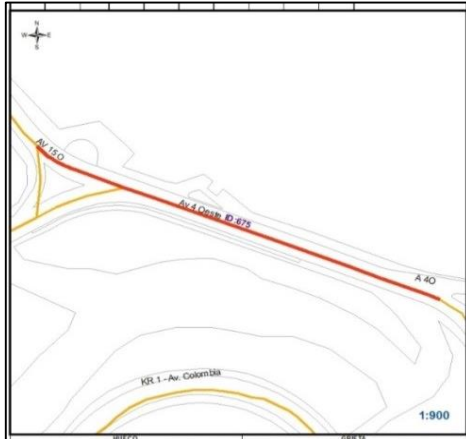


Figura 1. Espacio geográfico y localización del tramo.



Figura 2. Plano Guía, Sector a levantar.

Fuente: Elaboración propia, 2015

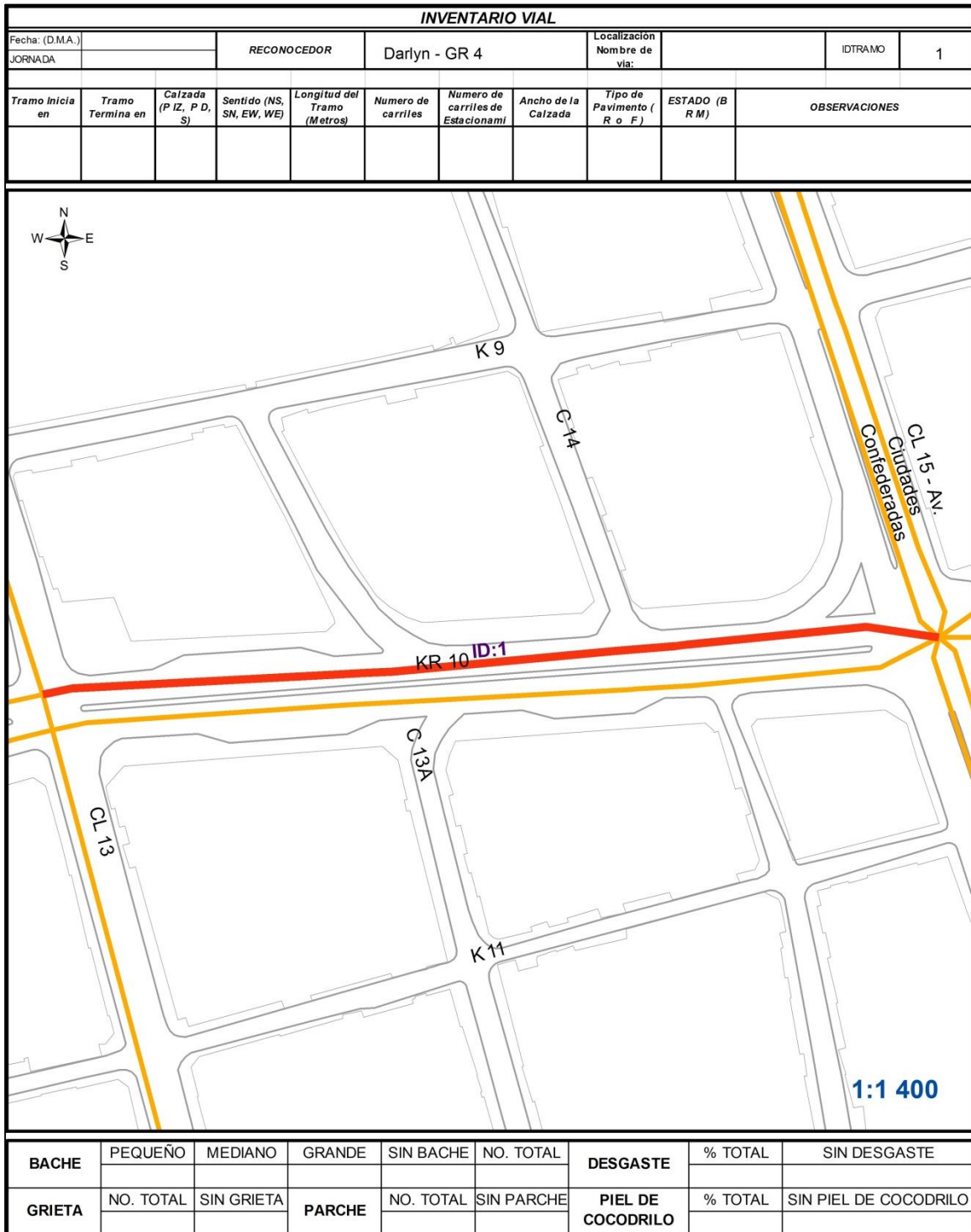


Figura 3. Esquema cara frontal de la ficha de recolección de información.

Fuente: Elaboración propia, 2015

En la cara posterior de la ficha se recolecta la información de estacionamientos, número de cupos, largo y ancho, existencia de señalización para sitios de parqueo ya sea vertical u horizontal, los tipos de señalización y si existe infraestructura física. Además se identifican si existen en el tramo pista para taxis y zonas de carga y descarga.

Tabla 3. Información de estacionamientos.

ESTACIONAMIENTOS									
ID	Largo	Ancho	# de Cupos	Señalización Horizontal	Señalización Vertical	Tipo de Señalización	Infraestructura existente	Zona de Taxis	Zona de Carga y Descarga

Fuente: Elaboración propia, 2015

Adicionalmente, en esta cara se encuentran los espacios para que los reconocedores construyan a mano alzada las secciones levantadas para cada tramo.

Tabla 4. Información de secciones.

SECCION									
Anden	Ciclorruta en Anden	Zona Blanda	Carriles de Circulación	Separador Central	Ciclorruta en separador	Carriles de Estacionamiento	Zona Dura	Canal	Otro
A	B	C	D	E	F	G	H	I	J

ID	

Fuente: Elaboración propia, 2015

ESTACIONAMIENTOS									
ID	Largo	Ancho	# de Cupos	Señalización Horizontal	Señalización Vertical	Tipo de Señalización	Infraestructura existente	Zona de Taxis	Zona de Carga y Descarga

SECCION									
Anden	Ciclorruta en Anden	Zona Blanda	Carriles de Circulación	Separador Central	Ciclorruta en separador	Carriles de Estacionamiento	Zona Dura	Canal	Otro
A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
ID									
ID									
ID									
Nota: Identificar si existen pistas o zonas de taxis, bahías de parqueo y señalarlas sobre la ficha, además de informar el número de elementos por tramo.									
OBSERVACIONES									

Figura 4. Esquema cara posterior de la ficha de recolección de información.

Fuente: Elaboración propia, 2015

En el Anexo No. 1 “MODELO DE RECOLECCION DE INFORMACION” se encuentra los archivos creados editables para la conformación de la ficha de recolección de información.

1.3.1.4.1 Secciones transversales

Para cada tramo, se realizan mínimo dos (2) secciones transversales, aclarando que la cantidad depende de lo homogéneo de los tramos y de la longitud de los mismos, de tal manera que en estos se permita identificar los diferentes elementos que se presentan en el tramo. Igualmente, se tiene en cuenta que para tramos largos no pueden existir distancias superiores a los trescientos metros entre sección y sección.

Las secciones son identificadas con un código o identificador único, compuesto por el número de tramo al que pertenece y de acuerdo al número de secciones que se realicen en el mismo, se numeraran con valores de S1.... Hasta Sn.

Es decir, si en el tramo 529 se realizan tres (3) secciones, el código que le corresponde a cada sección será (**529S1, 529S2 y 529S3**) respectivamente.

Cuando existan secciones que pertenecen a varios tramos, se codifican con un solo tramo y los dibujos tendrán una anotación donde se especifica los tramos a los que pertenece la sección.

Ejemplo: si las secciones anteriores no solo pertenecen al tramo 529 sino que pertenecen igualmente a los tramos contiguos 530 y 531, el dibujo de la sección tiene la anotación en la parte de ID 529S1, 530S1, 531S1.

Otro elemento a tener en cuenta es la orientación de los perfiles, la cual se define, teniendo en cuenta la vista en planta de los tramos, sin importar el sentido vial y siempre orientándolos de izquierda a derecha de acuerdo con la posición del tramo dentro de la ficha.

Los tramos verticales o en orientación Sur Norte o Norte Sur, siempre se medirán de izquierda a derecha tomando como eje el tramo. Para el caso de los tramos horizontales o en orientación Oeste Este o Este Oeste, se tomara el lado superior de la ficha como lado izquierdo y el lado inferior como lado derecho.

Otra manera de orientarse, es a partir de los ejes cardinales siendo el sentido Norte Sur el eje del tramo, definiendo el lado Oeste como el Izquierdo y el lado Este como el lado derecho.

Para evitar confusión siempre se realiza en la ficha de campo una flecha que indique el sentido en la cual se toman los datos, indicando la medición de izquierda a derecha, tomando como izquierda el inicio de la flecha y como derecha el final de la flecha.

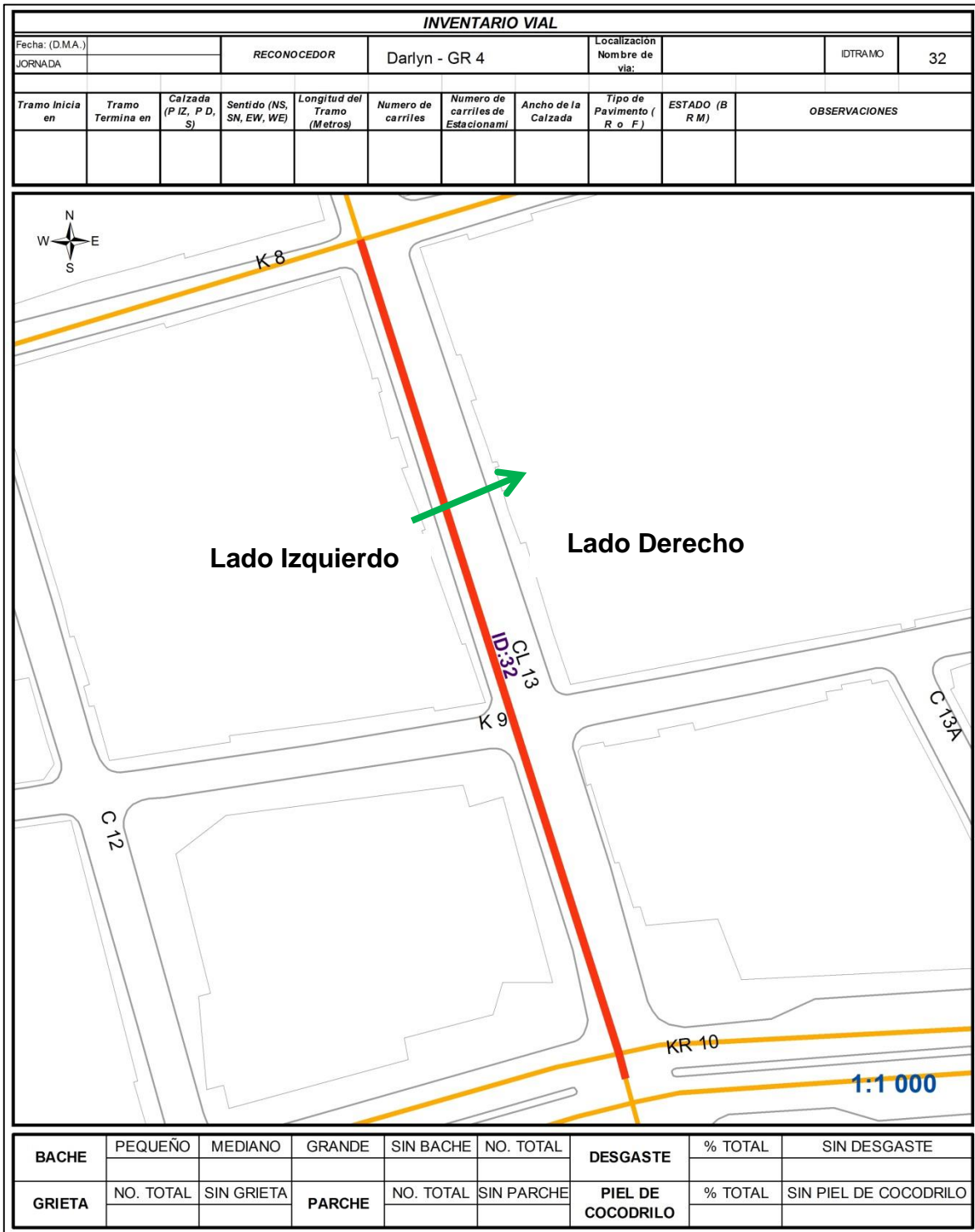


Figura 5. Orientación de la sección en tramos verticales.

Fuente: Elaboración propia, 2015

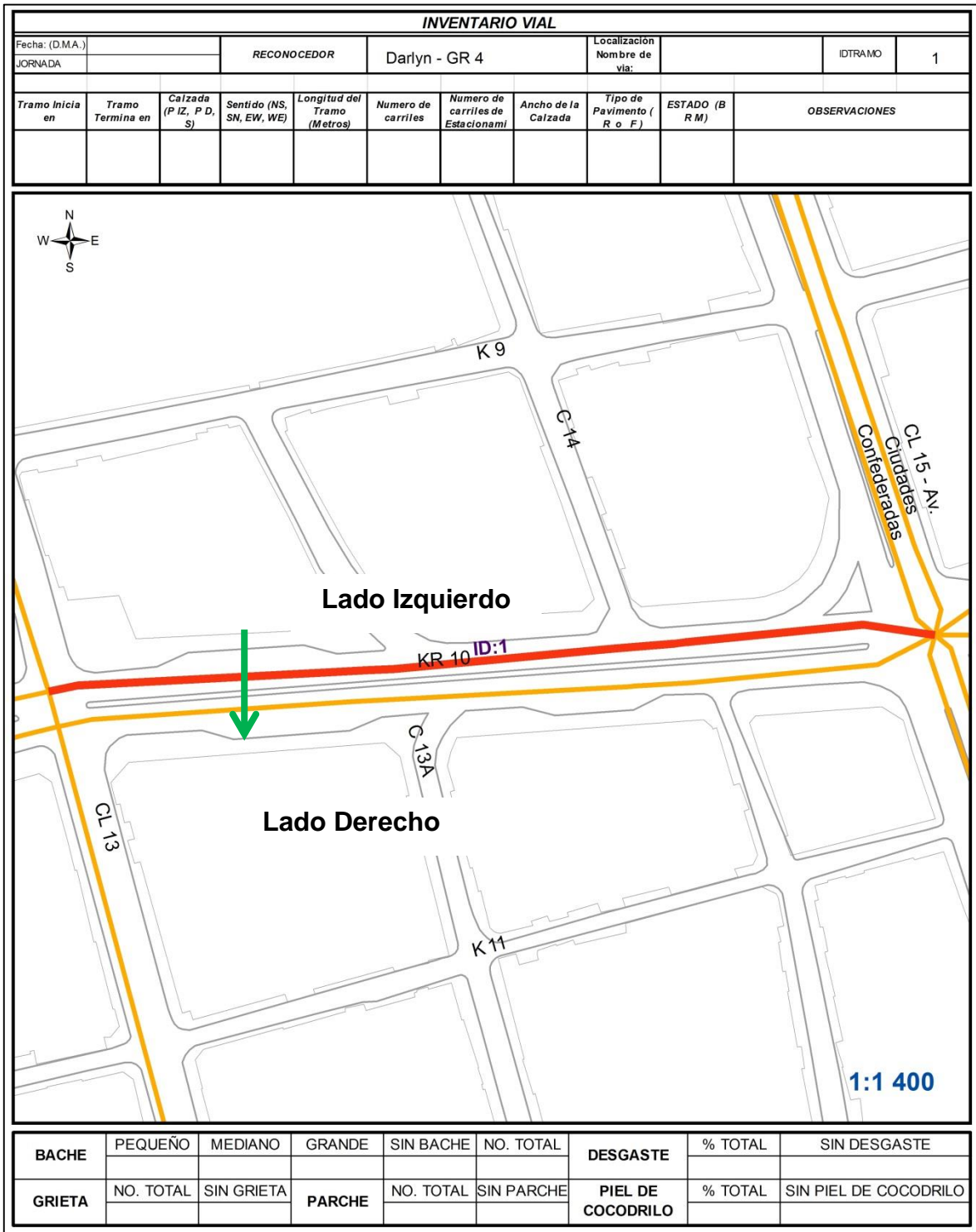


Figura 6. Orientación de la sección en tramos horizontales.

Fuente: Elaboración propia, 2015

Las secciones se dibujan en AutoCad referenciando los elementos que la componen, el identificador único y los sentidos de circulación de cada calzada. También en un archivo shapefile tipo línea se georreferencian las secciones indicando su orientación por medio de flechas, el identificador único y los elementos que la componen según la orientación.

1.3.1.4.2 Estacionamientos

Para el caso de estacionamientos se identifica la existencia de ellos en el tramo y la codificación se asigna de manera similar a las secciones transversales. Ejemplo si existen dos (2) bahías de parqueo en el tramo **529** se identifican con el código **529E1** y **529E2** respectivamente.

Los estacionamientos se georreferencian en un archivo shapefile tipo punto, el cual contiene los siguientes atributos: número de cupos, largo y ancho, existencia de señalización para sitios de parqueo ya sea vertical u horizontal, los tipos de señalización y si existe infraestructura física.

1.3.1.5 Jornada de capacitación al grupo de trabajo

Con el modelo de recolección de información para toma de datos en campo definido, se realiza la socialización con el grupo de trabajo, en la cual a través de salidas de campo se evalúa y se pone a prueba los conceptos a manejar para su correcto diligenciamiento y en el caso de encontrar dificultades o ambigüedades se realizan los ajustes y correcciones correspondientes para la puesta a punto del trabajo.

Las siguientes imágenes corresponden al proceso de capacitación con el grupo de trabajo, la zona de estudio fue el sector sobre la Avenida Roosevelt entre Carreras 34 y 39; Carrera 34 entre Calle 6 y Calle 9; Calle 9 entre Calles 34 y 39; Carrera 39 entre Calles 6 y 9.



En esta capacitación también se hace entrega de los materiales y equipos a utilizar (Chalecos, Gorras, Carnet de identificación, Cámaras Fotográficas, Cinta Métrica, Metro, Odómetro, Conos, etc).

1.3.2 FASE DE RECOLECCION DE INFORMACION PRIMARIA

A partir del reconocimiento en campo de cada uno de los tramos se captura la información correspondiente y se procede a la digitación de la información, dibujo de las secciones, georreferenciación de estacionamientos y secciones, y la organización del archivo fotográfico.

1.3.2.1 Procedimiento para la recopilación de información

Para realizar el inventario de la infraestructura vial se seleccionan los corredores que para este caso corresponden a la red vial primaria, secundaria y colectora de la ciudad, a partir del número de tramos, se asignan a los reconocedores de campo los listados de tramos para ser caracterizados, se asignan los equipos e instrumentos necesarios para almacenar la información específica de cada tramo.

La asignación de los tramos y de los grupos se realiza en el orden de las comunas iniciando por la comuna 1 hasta finalizar en la comuna 22. Se estima que en 9 semanas se logre realizar el levantamiento de la red vial primaria, secundaria y colectora.

1.3.2.1.1 Materiales y equipos

Odómetro

Instrumento de medición que calcula la distancia total o parcial recorrida por un cuerpo (generalmente por un vehículo) en la unidad de longitud en la cual ha sido configurado (metros, millas). Su uso está generalizadamente extendido debido a la necesidad de conocer distancias, calcular tiempos de viaje, o consumo de combustible.



Figura 7 Odómetro

Cinta Métrica

Una cinta métrica o un flexómetro es un instrumento de medida que consiste en una cinta flexible graduada y que se puede enrollar, haciendo que el transporte sea más fácil.



Figura 8 Cinta Métrica

Formato en papel de captura en campo

Para el registro de la información sobre el inventario vial fue diseñado teniendo como base el formato general de estudios de inventario vial tomado del “Manual De Planeación Y Diseño Para La Administración Del Tránsito Y El Transporte En Santa Fe De Bogotá”, 2005. El diseño y sus partes están descritos ampliamente en el capítulo de “Ficha de recolección de información”.

1.3.2.1.2 Pre-Campo

En esta etapa se prepara toda la logística para salir a campo:

- División cartográfica de la ciudad por sectores.
- Elaboración de fichas de campo (Ubicación de la red vial, esquema, etc)
- Asignación de equipos de trabajo y su respectivo material.
- Programación de recorridos sobre la red incluida en el inventario.

1.3.2.1.3 Campo

En esta etapa los reconocedores realizan los recorridos de campo, levantando la información requerida a partir de lo planeado en la etapa de aprestamiento y pre-campo.

A cada grupo le corresponde un número de fichas igual al número de tramos asignados, estas fichas tienen una relación directa por tramo y se identifican por el código del tramo. El diseño de la ficha fue elaborado teniendo en cuenta el contenido del formato general de estudios de inventario vial tomado del “Manual De Planeación Y Diseño Para La Administración Del Tránsito Y El Transporte En Santa Fe De Bogotá” para el registro de la información sobre el inventario vial (2005).

Los elementos a identificar dentro de las secciones a levantar en campo son: Anden, Ciclorruta en anden, Zona blanda, Zona dura, Carril o Calzada de

circulación (tráfico motorizado mixto), Carril o Calzada de circulación exclusivo del transporte masivo, Carril estacionamiento o Bahías de parqueo, Separador central, Ciclorruta en Separador, Canal y Otro. Estos elementos fueron presentados y discutidos en las jornadas de retroalimentación con la interventoría y supervisión del proyecto (9 y 24 de septiembre 2015)

1.3.2.1.4 Post-Campo

Esta etapa corresponde al procesamiento en oficina de la información levantada en Campo.

Digitación en Hojas de Calculo

Se digita en una hoja de cálculo lo correspondiente al inventario vial, Estacionamientos y Secciones. Toda la información levantada se encuentra vinculada al ID del Tramo, ID del Estacionamiento y el ID de Secciones, lo cual posteriormente servirá de llave para enlazar toda la información en la base de datos geográfica (Grafo, Estacionamientos, Secciones).

Dibujo de Secciones en Autocad

Las secciones se dibujan en AutoCad referenciando los elementos que la componen, el identificador único y los sentidos de circulación de cada calzada. Cada archivo será enlazado en la base de datos geográfica por medio de un hipervínculo.

Georreferenciación de las secciones y estacionamientos

Las secciones, se georreferencian en un archivo shapefile de tipo línea, las secciones indicando su orientación por medio de flechas, y como atributos tendrá, el identificador único de cada sección, el cual posteriormente servirá de llave para enlazar toda la información en la base de datos geográfica.

Los estacionamientos, se georreferencian en un archivo shapefile tipo punto, y como atributos tendrá, el identificador único de cada estacionamiento, el cual posteriormente servirá de llave para enlazar toda la información en la base de datos geográfica.

Archivo en PDF de la Fotografías

Se organiza un archivo en Word con las fotografías de cada tramo y posteriormente se guarda en PDF, cada archivo pdf se enlaza en la base de datos geográfica por medio de un hipervínculo.

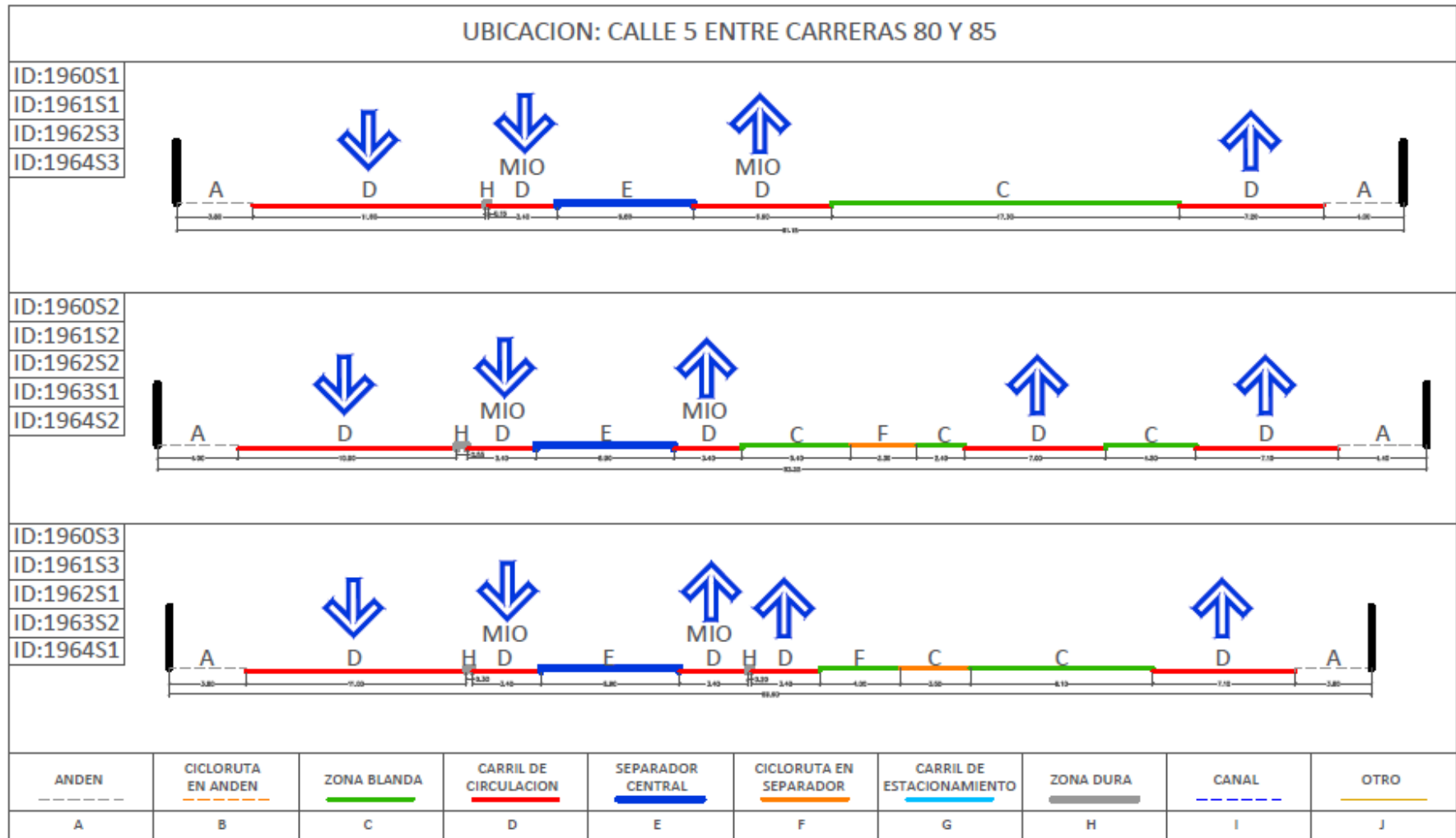


Figura 9. Dibujo de las secciones en autocad.

Fuente: Elaboración propia, 2015

1.3.3 REQUERIMIENTOS TECNICOS ASOCIADOS A LA INFORMACION GEOGRAFICA

La información del inventario vial se almacena en un Sistema de Información Geográfica, con la posibilidad de obtener información a través de hojas de cálculo. El sistema incluirá la Base de Datos Geográfico y sus respectivos anexos: Secciones viales y Archivo fotográfico.

El sistema está conformado por información de tipo espacial y alfanumérica, la cual se encuentra representada dependiendo de su geometría y estará lista para trabajos de consultas y la posterior generación de cartografía.

1.3.3.1 Sistema de coordenadas

El DAPM, recientemente adoptó el sistema de coordenadas asociados a MAGNA – SIRGAS, en origen Oeste Cali, bajo este sistema se consolida la base de datos geográfica que se genera a partir de la elaboración del inventario vial y los componentes de tránsito asociados a la malla vial de la ciudad.

Sistema de Coordenadas Cartesianas Planas Magna Sirgas Origen Cali

Este sistema de coordenadas está basado en el Marco Geocéntrico Nacional de Referencia MAGNA-SIRGAS, adoptado en Colombia por Resolución 068 del 2.005 del Instituto Geográfico Agustín Codazzi - IGAC. Los parámetros locales, definidos por el IGAC, son los siguientes:

Sistema de Coordenadas Cartesiano de Cali: MAGNA_Cali_Valle_del_Cauca_2009.

Proyección: Transversa Mercator.

Elipsoide: GRS 1980.

Datum: MAGNA Origen Santiago de Cali.

Latitud: 3°26'30,779" Norte.

Longitud: 76°31'14,025" Oeste.

Falso Norte: 872.364,630 m.

Falso Este: 1'061.900,180 m.

Plano de Proyección: 1.000 m.

1.3.3.2 Modelo de datos y estructura de la base de datos geográfica

La información recopilada esta almacenada en una base de datos Geodatabase (BBDD) en formato Shapefile. Su representación es vectorial y depende del tipo de estudio. La Geodatabase es un modelo que permite el almacenamiento físico de la información geográfica, ya sea en archivos dentro de un sistema de ficheros o en una colección de tablas en un Sistema Gestor de Base de Datos (Microsoft Access, Oracle, Microsoft SQL Server, IBM DB2 e Informix).

La base de datos geográfica del proyecto incluye el componente de infraestructura vial y comportamiento de tránsito de toda la red motorizada de la ciudad, sin embargo los requerimientos de levantamiento de información son diferentes en cada componente; para el componente de infraestructura vial se tiene como área de estudio toda la red vial primaria, secundaria, y colectora, mientras que el componente de comportamiento vial comprende el área de estudio de toda la red vial primaria y hasta la secundaria. Adicionalmente, el análisis de la red vial difiere de cada componente en el sentido que para el inventario de infraestructura vial fue necesario contar con un grafo detallado de la ciudad discriminando cada calzada en un tramo independiente al igual que los retornos, desvíos y glorietas, mientras que en el inventario del comportamiento de tránsito el grafo no contiene la red vial colectora, las longitudes de cada tramo son más extensas dado a que corresponden a intersecciones en su mayoría semaforizadas y por último no contempla como arcos independientes los retornos, desvíos y glorietas.

Teniendo en cuenta que los criterios utilizados para dividir la red vial en tramos-calzadas son diferentes para el componente de infraestructura vial y comportamiento de tránsito, debido a la naturaleza y especificaciones de cada estudio, fue concertado en jornadas de retroalimentación con la interventoría y supervisión del proyecto que para cada componente se asociara un grafo independiente.

La base de datos del proyecto lleva como nombre “Red Vial Cali PIMU 2015”, está compuesta por tres (3) Dataset que funcionan como una colección de entidades homogéneas para cada tema y/o componente. A continuación se observa el modelo simplificado de entidad relación de la base de datos la cual constituye la estructura de la misma.

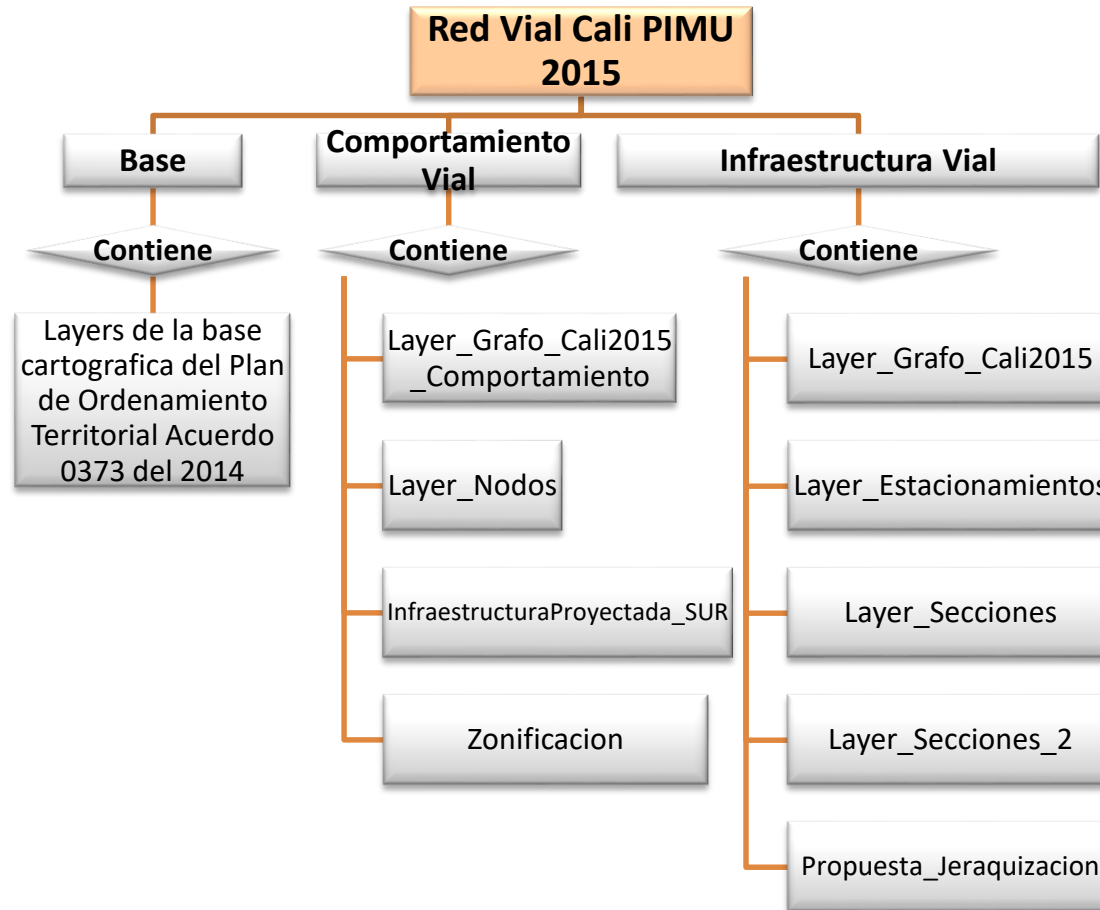


Figura 10. Modelo entidad – relación de los datos y estructura de la base de datos

Fuente: Elaboración propia, 2015

Tabla 5. Estructura espacial de datos

Estructura espacial de datos		
Objeto	Nombre Capa	Tipo Entidad
Grafo	Layer_Grafo_Cali2015	Línea
	Layer_Grafo_Cali2015_Comportamiento	
Estacionamientos	Layer_Estacionamientos	Punto
Secciones	Layer_Secciones	Línea
Secciones unificadas y/o simplificadas	Layer_Secciones_2	Línea
Propuesta Jerarquización	Propuesta_Jarquizacion	Línea

Fuente: Elaboración propia, 2015

Los atributos por objeto se presentan como Anexo N° 2 “MODELO DE DATOS DE LA BASE GEOGRAFICA” a este documento tanto del presente estudio como del Estudio de Comportamiento Vial, definiendo:

- Título de Atributo
- Tipo de dato
- Longitud
- Precisión
- Escala
- Categorías

Se debe resaltar que la construcción del Modelo de Datos se realizó en conjunto con el equipo PIMU del DAPM en la reunión sostenida el 15 de octubre de 2015.

1.3.3.3 Anexos de la Base de Datos Geográfica

Los anexos corresponden al archivo de secciones viales y el archivo fotográfico, los cuales se encuentran en formato PDF y carpetas independientes por fuera de la base geográfica. Aunque los archivos se encuentran en carpetas independientes por fuera de la base de datos, estos se encuentran relacionados a través de hipervínculos en las entidades correspondientes, lo que permite su visualización y posterior acceso.

1.3.3.3.1 Archivo de secciones viales

Contiene: Dibujo de las secciones viales levantadas con sus respectivos elementos.

Formato: PDF

Nombre de la Carpeta: PIMU_Infraestructura_Vial_Secciones

Entidad de la base de datos en donde se encuentra relacionado los archivos:

Layer_Secciones, dentro de esta capa se encuentra relacionado el hipervínculo a través del atributo “Hipervínculo al dibujo de la sección” el cual contiene la ruta al archivo en formato pdf.

Al funcionar el hipervínculo como una ruta establecida se debe copiar toda la carpeta “PIMU_Infraestructura_Vial_Secciones” sin cambiar su nombre ni los archivos que contenga en el disco C y posteriormente cuando se esté realizando consultas en ArcGIS se debe activar la herramienta de hipervínculo de la siguiente manera:

Ingresar a propiedades de la capa, dirigirse a *visualización o display*, marcar *permitir hipervínculos utilizando el campo o support hyperlinks using field*, y finalmente seleccionar el campo *Hipervínculo al dibujo de la sección*.

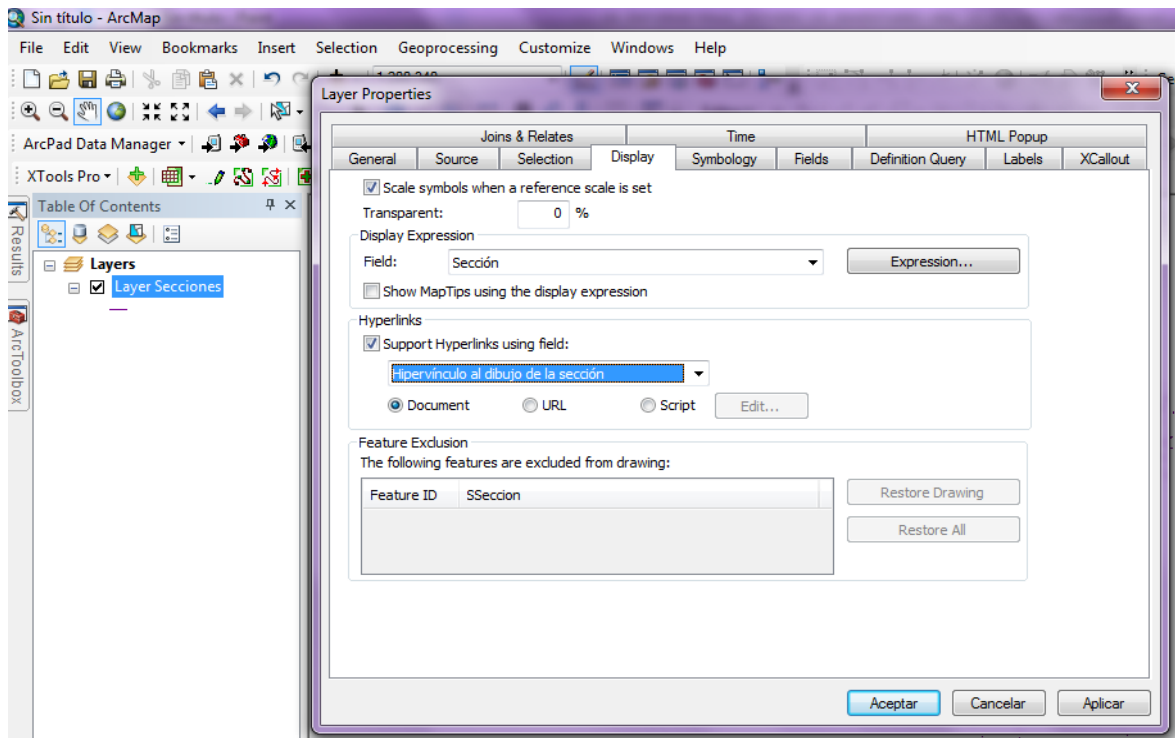



Figura 11 Activación del hipervínculo al archivo de las secciones viales.

Fuente: Elaboración propia, 2015

Después de activar el hipervínculo se puede proceder a utilizarlo dando clic en la herramienta Hipervínculo .

1.3.3.3.2 Archivo fotográfico

Contiene: Archivo fotográfico de los tramos viales inventariados.

Formato: PDF

Nombre de la Carpeta: PIMU_Infraestructura_Vial_Fotografias

Entidad de la base de datos en donde se encuentra relacionado los archivos:

Layer_Grafo_Cali2015, dentro de esta capa se encuentra relacionado el hipervínculo a través del atributo “Hipervínculo a las fotografías” el cual contiene la ruta al archivo en formato pdf.

Al funcionar el hipervínculo como una ruta establecida se debe copiar toda la carpeta “PIMU_Infraestructura_Vial_Fotografias” sin cambiar su nombre ni los archivos que contenga en el disco C y posteriormente cuando se esté realizando consultas en ArcGIS se debe activar la herramienta de hipervínculo de la siguiente manera:

Ingresar a propiedades de la capa, dirigirse a *visualización o display*, marcar *permitir hipervínculos utilizando el campo o support hyperlinks using field*, y finalmente seleccionar el campo *Hipervínculo a las fotografías*.

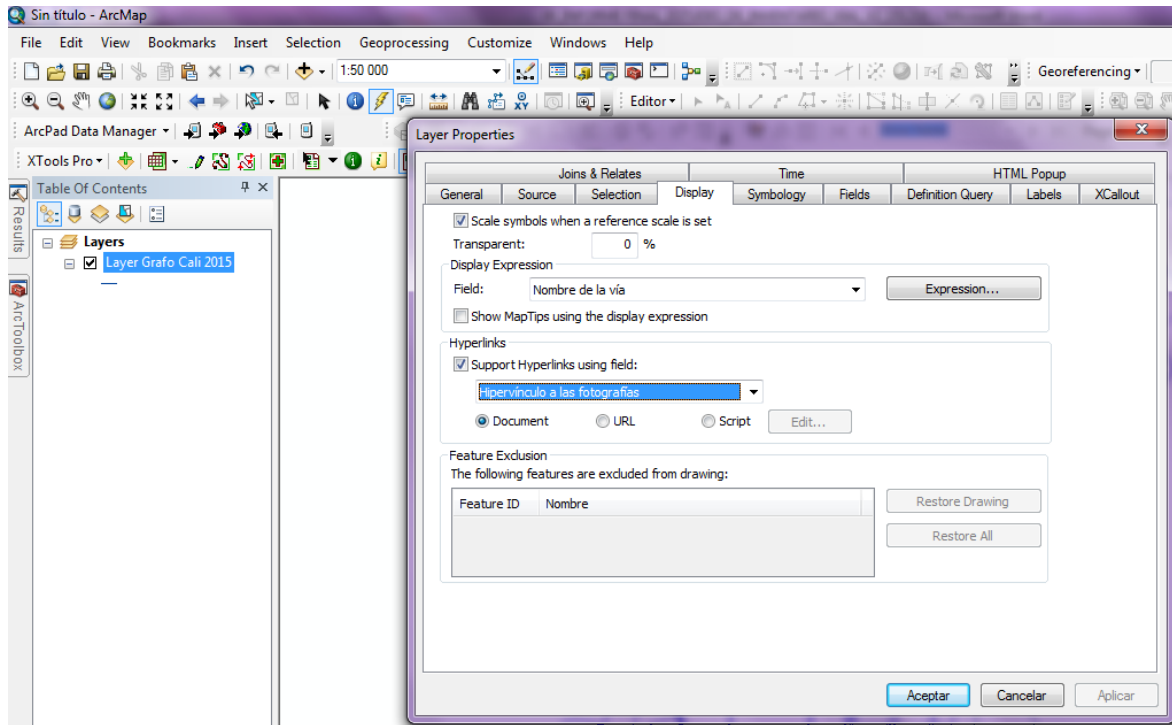



Figura 12 Activación del hipervínculo al archivo fotográfico.

Fuente: Elaboración propia, 2015

Después de activar el hipervínculo se puede proceder a utilizarlo dando clic en la herramienta Hipervínculo .

1.4 EJECUCIÓN DEL PROCESO DE RECOPIACION DE INFORMACIÓN PRIMARIA

Antes de presentar los resultados obtenidos es de suma importancia reconocer como fue la ejecución de la recopilación de información primaria y los retos superados en materia de tiempo y dificultad de acceso en algunas zonas de la ciudad.



Figura 13 Registro fotográfico de captura de información en campo



Figura 14 Registro fotográfico de captura de información en campo



Figura 15 Registro fotográfico de captura de información en campo



Figura 16 Registro fotográfico de captura de información en campo



Figura 17 Registro fotográfico de captura de información en campo



Figura 18 Registro fotográfico de captura de información en campo

1.4.1.1 Área de estudio

Aunque el área de estudio estaba comprendida por la red vial primaria, secundaria y colectora, en las jornadas de retroalimentación con la interventoría y supervisión del proyecto fue concertado el levantamiento de información de algunas vías jerarquizadas como locales debido a su importancia en la movilidad actual de la ciudad. Adicionalmente hacia el sur de la ciudad fue inventariada la red hasta el perímetro municipal a pesar de que en los requerimientos se estipulaba hasta el perímetro urbano.

Teniendo en cuenta la base cartográfica del POT Acuerdo 0373 de 2014 y el Grafo 2015, el área inventariada corresponde en longitud a 1022 Km aprox., incluyendo la red vial proyectada debido a que se inspeccionó actualmente en qué estado estaban. Cuando se realizan análisis sobre las Unidades de Planificación Urbana se debe tener en cuenta que el total de la longitud disminuye a 941 Km aprox. debido a que estas zonas llegan hasta el área de expansión de la ciudad y el perímetro urbano y como se mencionó anteriormente hacia el sur de la ciudad fue inventariada la red hasta el perímetro municipal.

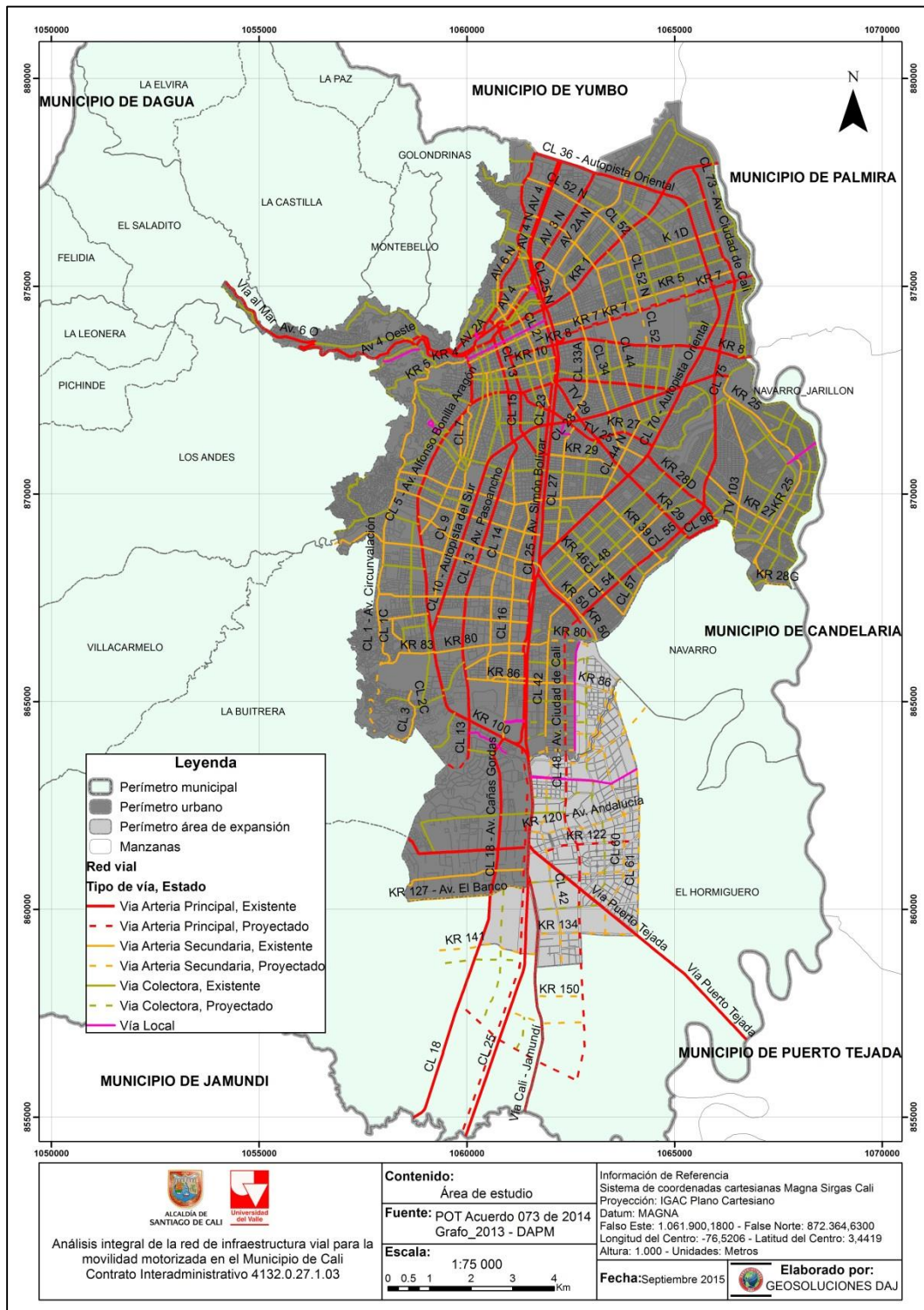


Figura 19. Área de estudio.

Fuente: Elaboración propia, 2015

1.4.1.2 Desarrollo y ejecución de la fase de recopilación de información primaria

La fase de recolección de información primaria (Etapa de Campo) inició el día 10 de septiembre del 2015 comenzando de norte a sur dejando la zona del oriente de la ciudad para el final por temas de seguridad y teniendo en cuenta el desarrollo de una logística adecuada para ingresar a estas zonas.

A continuación se presenta gráficamente el área levantada para dos fechas de corte: 1 y 23 de Octubre de 2015, discriminando Unidades de Planificación Urbana – UPU.

Tabla 6 Red vial inventariada en campo por UPU, corte al 1 de octubre 2015

UPU	Red vial (Km)	Red vial levantada (Km)	Red vial levantada (%)
1	48	48	100
2	92	91	98
3	52	34	66
4	164	0	0
5	124	53	45
6	38	38	100
7	28	29	100
8	27	17	61
9	17	10	58
10	78	30	39
11	43	1	1
12	142	0	0
13	19	0	0
14	34	0	0
15	35	0	0
TOTAL	941	351	34

Fuente: Elaboración propia, 2015

Como se observa en la Tabla anterior con fecha de corte al 1 de octubre 2015, se tenía el 100% de área inventariada en las UPU 1, 6, 7, y 351 Km levantados del área de estudio correspondientes al 34%.

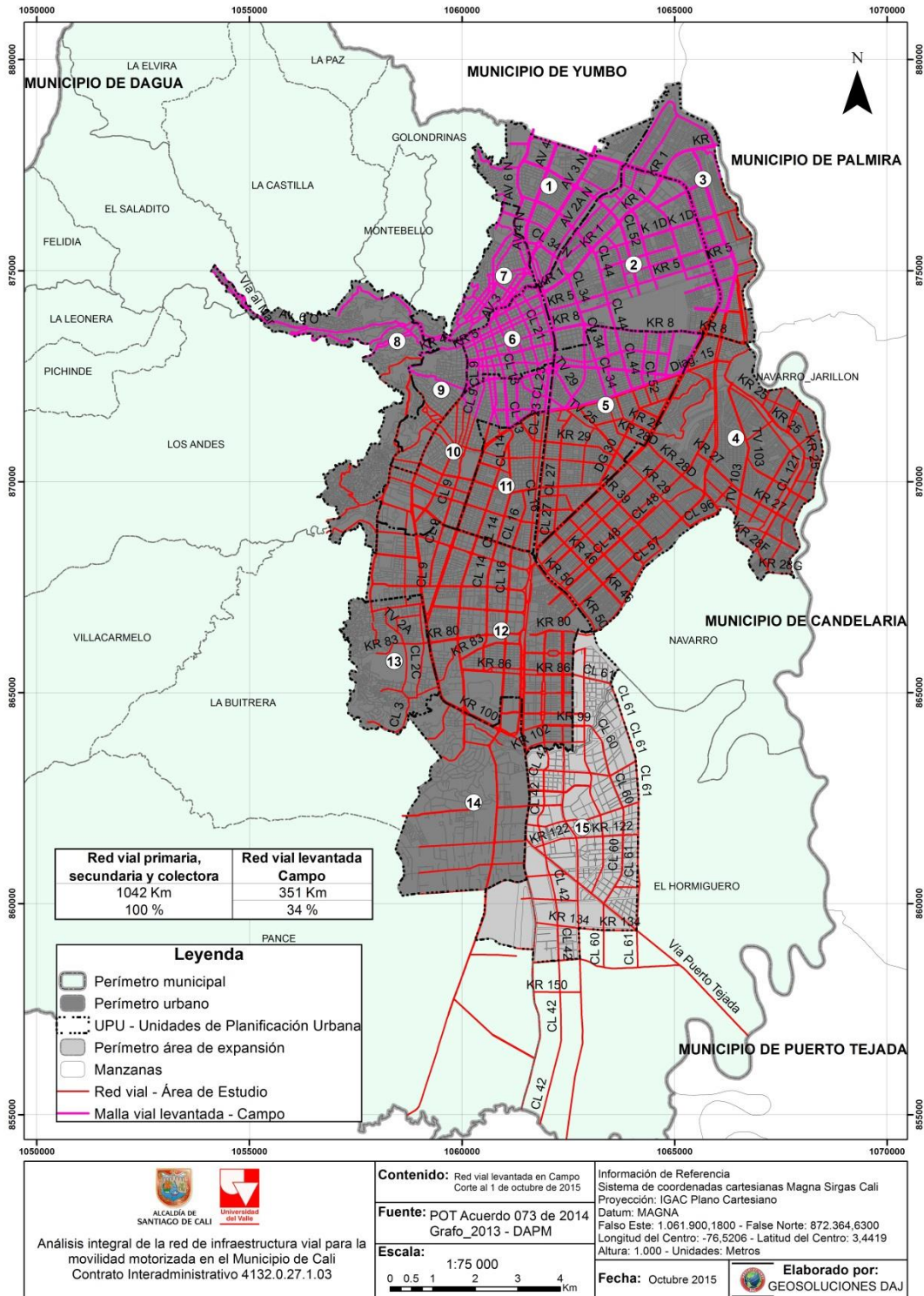


Figura 20 Red vial inventariada en campo por UPU, corte al 1 de octubre 2015.
 Fuente: Elaboración propia, 2015

Tabla 7 Red vial levantada en campo por UPU, corte al 23 de octubre 2015

UPU	Red vial (Km)	Red vial levantada (Km)	Red vial levantada (%)
1	48	48	100
2	92	92	100
3	52	34	66
4	164	14	9
5	124	124	100
6	38	38	100
7	28	28	100
8	27	27	100
9	17	17	100
10	78	78	100
11	43	43	100
12	142	130	92
13	19	19	100
14	34	34	100
15	35	6.5	18
TOTAL	941	732	78

Fuente: Elaboración propia, 2015

Como se observa en la Tabla anterior con fecha de corte al 23 de octubre 2015, se tenía el 100% de área inventariada en las UPU 1, 2, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 13, 14, y 732 Km levantados del área de estudio correspondientes al 78%.

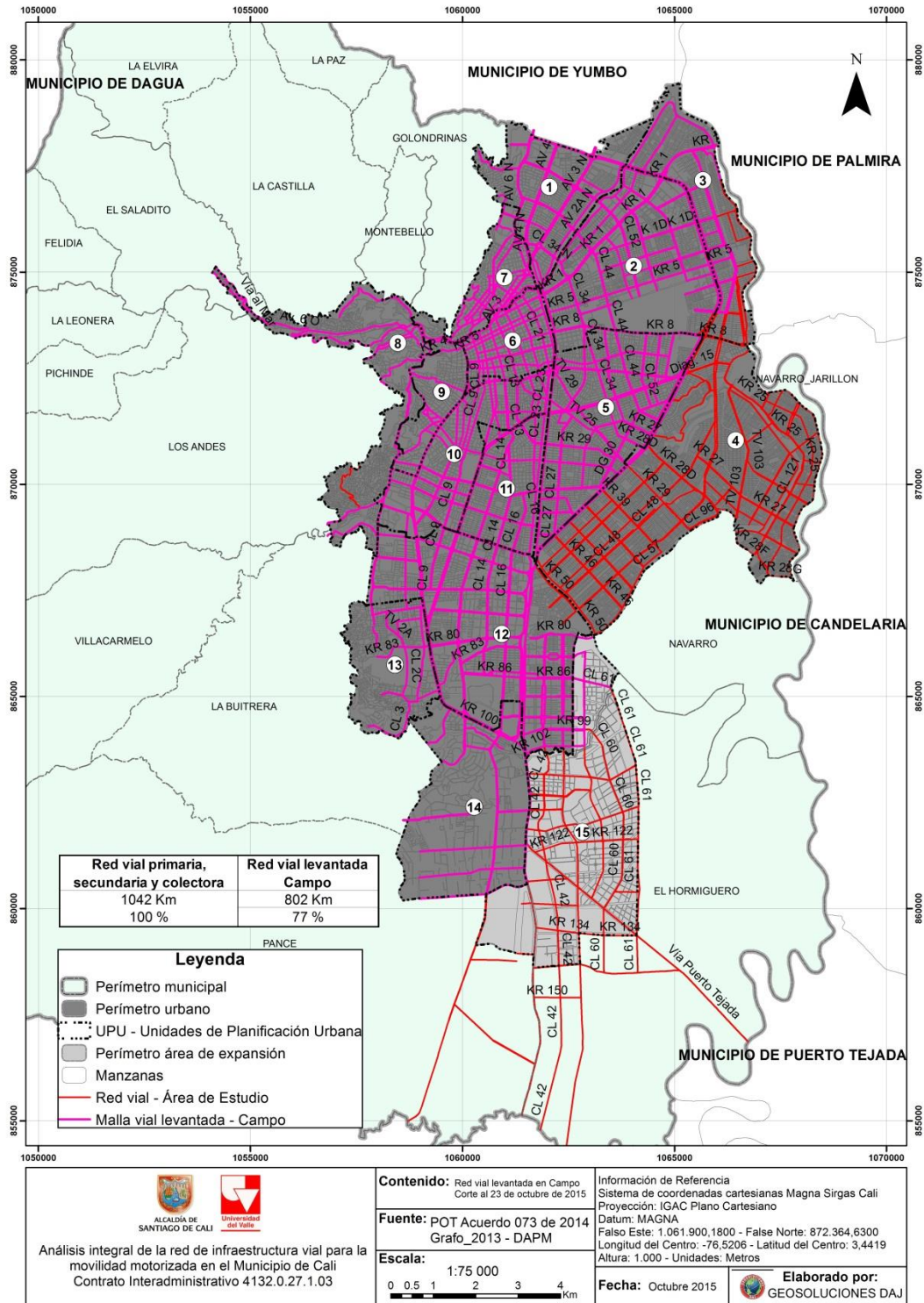


Figura 21 Red vial inventariada en campo por UPU, corte al 23 de octubre 2015.

Fuente: Elaboración propia, 2015

1.4.1.3 Cierre de labores de campo

Para el cumplimiento del 100% de las labores de campo, fue necesario incrementar el personal durante el periodo del 23 – 29 de octubre 2015, contando con 6 comisiones de reconocedores cada una compuesta por un Ingeniero Topográfico y un Auxiliar de Topografía.

Adicionalmente se contactaron líderes comunitarios de las comunas 13, 14, 15, 16, 20, y 21 correspondientes a las UPU 3 y 4 para ingresar a estas zonas con su acompañamiento, aprovechando su conocimiento y experiencia de moverse en este territorio de la ciudad en donde los problemas sociales y de seguridad son aun mayores. En algunas de estas zonas el recorrido tuvo que realizarse en vehículo haciendo video o en vehículo pero sin mostrar la cámara fotográfica por recomendaciones de seguridad, por lo tanto se recurrió a Google Street View.

1.5 PROCESAMIENTO DE LA INFORMACION PRIMARIA RECOPIADA

1.5.1.1 Ajuste del grafo de infraestructura vial

Inicialmente en la etapa de campo se trabajó con el grafo construido por el equipo PIMU – DAPM después del diagnóstico técnico nombrado “Grafo_2013”, el cual fue ajustado y renombrado de acuerdo a lo observado en campo.

Generalmente en campo suelen surgir nuevos tramos que no se tenían en cuenta, ya sea por calzadas nuevas o porque inicialmente se haya conceptualizado como calzadas no independientes, por estos casos es necesario ajustar el Grafo, ingresando información nueva o eliminando información según el caso.

Este proceso es necesario debido a que en campo siempre surgen detalles no visualizados o contemplados en oficina que se deben ajustar para que corresponda a la realidad actual. Es un proceso de edición que busca acoplar lo levantado en campo con lo considerado en oficina.

1.5.1.2 Normalización de la información

La información primaria recopilada fue capturada por 4 grupos de trabajo diferentes, cada grupo desarrollo en campo su mejor estrategia para levantar la información teniendo como objetivo alcanzar el mayor rendimiento por lo tanto antes de iniciar con el proceso de incorporar todo el conjunto de información se

definieron reglas para el manejo y representación de la información con el fin de establecer un mismo lenguaje.

En la normalización de la información y para establecer un mismo lenguaje antes de unir la información de toda el área de estudio en una sola hoja de cálculo se establecieron dominios o conjunto de datos admitidos para cada atributo los cuales fueron definidos para la estructura de la Base de Datos Geográfica.

Con el uso de los dominios se estandarizo los valores posibles de cada atributo, la siguiente tabla ilustra la estructura por atributo y el dominio correspondiente si es el caso:

Tabla 8 Dominios y categorías por atributo de la información capturada para infraestructura vial

ATRIBUTO	DOMINIO	CATEGORIA	OBSERVACIÓN
ID_Tramo	No Aplica	1, 2, 3, 4, 5...	A cada tramo se le asigna un número como identificador único.
Fecha	No Aplica	No Aplica	Corresponde a la fecha en que se capturó la información en campo. El formato establecido es: Año-Mes-Día. Ejemplo: Para el 15 de octubre del 2015 será 151015
Jornada	0=AM, 1=PM	AM, PM	Corresponde a la jornada en que se tomaron los datos en campo, AM para los tomados en la mañana y PM para los correspondientes a la tarde.
Reconocedor	1=Geosoluciones Grupo 01, 2=Geosoluciones Grupo 02, 3=Geosoluciones Grupo 03....	Geosoluciones Grupo 1, Geosoluciones Grupo 2,....	Corresponde a la identificación de cada grupo reconocedor en campo
Nombre	No Aplica	Calle 23, Avenida 5, Diagonal 23, Troncal Carrera 15,...	Calle, Carrera, Avenida, Diagonal, Transversal

ATRIBUTO	DOMINIO	CATEGORIA	OBSERVACIÓN
Desde_AB	No Aplica	Calle 23, Avenida 5, Diagonal 23, Troncal Carrera 15,...	La nomenclatura vial en el inicio del tramo: Calle, Carrera, Avenida, Diagonal, Transversal, etc.
Hasta_BA	No Aplica	Calle 23, Avenida 5, Diagonal 23, Troncal Carrera 15,...	La nomenclatura vial en el final del tramo: Calle, Carrera, Avenida, Diagonal, Transversal, etc.
Calzada	7=Principal, 8=Principal derecha, 9=Servicio derecha, 10=Principal izquierda, 11=Servicio izquierda	Principal, Principal derecha, Principal izquierda, Servicio derecha, Servicio izquierda	Discriminación vial
Sentido	12=N-E, 13=N-W, 14=S-E, 15=S-W, 26=N-S, 17=S-N, 18=E-W, 19=W-E, 1=N-E, S-W, 2=N-W, S-E	N-S, S-N, E-W, W-E, N-W, S-E,....	Rumbo de circulación
Longitud	No Aplica	No Aplica	Calculado por el SIG, longitud en metros (m)

ATRIBUTO	DOMINIO	CATEGORIA	OBSERVACIÓN
Dirección	No Aplica	(1); (-1); (0)	Se ajusta de acuerdo al sentido vial: (0) Corresponde a un arco con doble sentido; (1) Corresponde al Sentido en el que se dibujó el segmento o arco; (-1) Corresponde al Sentido contrario en el que se dibujó el segmento o arco.
N_Carriles	No Aplica	1, 2, 3, 4, 5...	Corresponde a la cantidad de carriles por calzada la cual está representada a través de una línea (arco o segmento)
NC_Estaciona	No Aplica	No Aplica	Señala la cantidad de carriles de estacionamiento presentes en el segmento de vía
A_Calzada	No Aplica	No Aplica	Longitud transversal de la calzada en metros (m)(Promedio)
NCS_AB	No Aplica	1, 2, 3, 4, 5...	Cantidad de carriles por sentido (AB)
NCS_BA	No Aplica	1, 2, 3, 4, 5...	Cantidad de carriles por sentido (BA)
Tunel	0=No Existe, 1= Existe	Existe / No Existe	Identificar si existe o no existe tunces en el segmento
TPavimento	20= Flexible, 21= Rígido, 22= Mixto, 23=Adoquin, 0= Sin pavimento, 5=No Aplica	Flexible, Rígido, Mixto, Adoquin, Sin pavimento	Identifica el tipo de pavimento presente en el segmento de vía
Bpequeno	No Aplica	pequeño < 50cm ²	Número de baches en el segmento
Bmediano	No Aplica	medianos < 1m ²	Número de baches en el segmento
Bgrande	No Aplica	grande > 1m ²	Número de baches en el segmento
Tbaches	No Aplica	No Aplica	Suma (Pequeños + Medianos + Grandes)

ATRIBUTO	DOMINIO	CATEGORIA	OBSERVACIÓN
E_Baches	No Aplica	No Aplica	Ecuación Baches = $T_{baches} / (\text{longitud de tramo} / 100)$
C_Baches	1=Bueno, 2=Regular, 3=Malo, 5=No Aplica	Bueno, Regular y Malo	Reclasificación en 1 (valores <1), 2 (valores =>1 a <3) o 3 (valores =>3) según el resultado
Ngrietas	1,2,3....	Número de grietas	Cantidad de grietas en el segmento
E_Grietas	No Aplica	No Aplica	Ecuación Grietas = $N_{grietas} / (\text{longitud de tramo} / 100)$
C_Grietas	1=Bueno, 2=Regular, 3=Malo, 5=No Aplica	Bueno, Regular y Malo	Reclasificación en 1 (valores <1), 2 (valores =>1 a <3) o 3 (valores =>3) según el resultado
Nparches	No Aplica	Número de parches	Cantidad de parches en el segmento
E_Parches	No Aplica	No Aplica	Ecuación Parches = $N_{parches} / (\text{longitud de tramo} / 100)$
C_Parches	1=Bueno, 2=Regular, 3=Malo, 5=No Aplica	Bueno, Regular y Malo	Reclasificación en 1 (valores <1), 2 (valores =>1 a <3) o 3 (valores =>3) según el resultado
Porc_Des		Porcentaje del tramo	Porcentaje del tramo (0-1). Ejemplo: 0,35
C_Desgaste	1=Bueno, 2=Regular, 3=Malo, 5=No Aplica	Bueno, Regular y Malo	Reclasificación en 1 (valores >=0% a <10%), 2 (valores =>10% a <40%) o 3 (valores =>40%) según el resultado
Porc_PC		Porcentaje del tramo	Porcentaje del tramo (0-1). Ejemplo: 0,35
C_Pcoco	1=Bueno, 2=Regular, 3=Malo, 5=No Aplica	Bueno, Regular y Malo	Reclasificación en 1 (valores >=0% a <10%), 2 (valores =>10% a <40%) o 3 (valores =>40%) según el resultado
E_Infraest	No Aplica	No Aplica	Suma (C-Baches + C_Grietas + C_Parches + C_Desgaste + C_Pcoco)

ATRIBUTO	DOMINIO	CATEGORIA	OBSERVACIÓN
C_Infraest	0=Sin Pavimentar, 1=Bueno, 2=Regular, 3=Malo, 5=No Aplica	Sin pavimentar, Bueno, Regular y Malo	Reclasificación en 1 (valores >=0 a <=5), 2 (valores >5 a <=10) o 3 (valores >10 a <=15) según el resultado
Jerarquia	1=Vía Arteria Principal, 2=Vía Arteria Secundaria, 3=Vía Colectora, 4=Vía Local	Vía Arteria Principal, Vía Arteria Secundaria y Vía Colectora	Vía Arteria Principal, Vía Arteria Secundaria, Vía Colectora y Vía Local
Coor_Nort	No Aplica	No Aplica	Coor_Norte
Coor_Est	No Aplica	No Aplica	Coor_Este
Coor_Norte	No Aplica	No Aplica	Coor_Norte
Coor_Este	No Aplica	No Aplica	Coor_Este
Fotos	No Aplica	No Aplica	Hipervínculo al archivo formato pdf, que contiene las fotografías tomadas del tramo
Observaciones	No Aplica	No Aplica	
Bahia	0=No Existe, 1=Existe	Existe / No Existe	Existe o no Existe
Observacion_2	No Aplica	No Aplica	

Fuente: Elaboración propia, 2015

Tabla 9 Dominios y categorías por atributo de la información capturada para secciones

ATRIBUTO	DOMINIO	CATEGORIA	OBSERVACIÓN
ID_Tramo	No Aplica	1, 2, 3, 4, 5...	A cada tramo se le asigna un número como identificador único.
SSeccion	No Aplica	S1, S2, nSn	Sección correspondiente

ATRIBUTO	DOMINIO	CATEGORIA	OBSERVACIÓN
ID_Seccion	No Aplica	1S1, 2S1, nSn...	El identificador de la sección está compuesto por el número del tramo + S (Sección) # (Número de sección correspondiente)
Sentido	12=N-E, 13=N-W, 14=S-E, 15=S-W, 26=N-S, 17=S-N, 18=E-W, 19=W-E, 1=N-E, S-W, 2=N-W, S-E	N-S, S-N, E-W, W-E, N-W,S-E,....	Rumbo de la sección
And_Izq	No Aplica	No Aplica	Andén izquierdo
Ciclo_Izq	No Aplica	No Aplica	Ciclorruta izquierda
ZB_Izq	No Aplica	No Aplica	Zona blanda izquierda
ZD_Izq	No Aplica	No Aplica	Zona dura izquierda
CCirc_Izq	No Aplica	No Aplica	Carril de circulación izquierdo
CMio_Izq	No Aplica	No Aplica	Carril de circulación MIO izquierdo
Scentral	No Aplica	No Aplica	Separador central
CMio_Der	No Aplica	No Aplica	Carril de circulación MIO derecho
CCirc_Der	No Aplica	No Aplica	Carril de circulación derecho
ZD_Der	No Aplica	No Aplica	Zona dura derecha
ZB_Der	No Aplica	No Aplica	Zona blanda derecha
Ciclo_Der	No Aplica	No Aplica	Ciclorruta derecha
And_Der	No Aplica	No Aplica	Andén derecho
Ciclo_Sep	No Aplica	No Aplica	Ciclorruta en separador
CEstac_Izq	No Aplica	No Aplica	Carril de estacionamiento izquierdo
CEstac_Der	No Aplica	No Aplica	Carril de estacionamiento derecho
Canal	No Aplica	No Aplica	Canal
Otro	No Aplica	No Aplica	Otro

ATRIBUTO	DOMINIO	CATEGORIA	OBSERVACIÓN
Seccion	No Aplica	No Aplica	Hipervínculo al archivo formato pdf, que contiene las secciones dibujadas del tramo
Observaciones	No Aplica	No Aplica	
Reconocedor	1=Geosoluciones Grupo 01, 2=Geosoluciones Grupo 02, 3=Geosoluciones Grupo 03....	Geosoluciones Grupo 1, Geosoluciones Grupo 2,... Geosoluciones Grupo n	Corresponde a la identificación de cada grupo reconocedor en campo
Total_Sec	No Aplica	No Aplica	Corresponde a la suma de la sección por tramo

Fuente: Elaboración propia, 2015

Tabla 10 Dominios y categorías por atributo de la información capturada para estacionamientos

ATRIBUTO	DOMINIO	CATEGORIA	OBSERVACIÓN
ID_Tramo	No Aplica	1,2,3,....	A cada tramo se le asigna un número como identificador único.
Estacion	No Aplica	E1,E2,...	Número del estacionamiento correspondiente
ID_Estacion	No Aplica	1E1, 2E1, nEn...	El identificador del estacionamiento está compuesto por el número del tramo + E (Estacionamiento) # (Número del estacionamiento correspondiente)
Largo	No Aplica	No Aplica	Unidad: metros
Ancho	No Aplica	No Aplica	Unidad: metros
N_Cupos	No Aplica	1,2,3...	Cantidad de vehículos que pueden ser estacionados
S_Vertical	0=No Existe, 1=Existe		Existe/no existe
TP_SeVer	No Aplica		Qué tipo de señal y el código definido por STTM
S_Horizontal	0=No Existe, 1=Existe		Existe/no existe

ATRIBUTO	DOMINIO	CATEGORIA	OBSERVACIÓN
TP_SeHor	No Aplica		Qué tipo de señal y el código definido por STTM
Inf_Existente	0=No Existe, 1=Existe		Existe o no existe infraestructura
PE_Taxis	0=No Existe, 1=Existe		Existe/no existe
Zona_CD	0=No Existe, 1=Existe		Existe/no existe
Tp_bahia	1=Particular, 2=Masivo	Masivo particular o	
Observaciones	No Aplica	No Aplica	No Aplica
Observaciones extras	No Aplica	No Aplica	No Aplica
Reconocedor	1=Geosoluciones Grupo 01, 2=Geosoluciones Grupo 02, 3=Geosoluciones Grupo 03....	No Aplica	Corresponde a la identificación de cada grupo reconocedor en campo

Fuente: Elaboración propia, 2015

1.5.1.3 Articulación de la información alfanumérica y espacial en la base de datos geográfica

A la información captura en campo, editada, procesada y normalizada se le denomina información alfanumérica. La información espacial corresponde al grafo, estacionamientos y secciones georreferenciados espacialmente.

Tanto la información espacial como la alfanumérica contiene un *Identificador Único* con el cual es posible asociar estas dos informaciones y se constituye una llave entre ambas; este identificador posibilita la representación espacial de datos externos trabajados mediante hojas de cálculo, estableciendo una relación de uno a uno entre la información consignada en la hoja de cálculo y la tabla de atributos del objeto espacial, por este motivo se garantiza que la información corresponde en igual medida a la registrada en campo.

Después de asociada la información alfanumérica y espacial a través del identificador único se procedió a cargar la información en la base de datos

geográfica teniendo en cuenta la estructura inicialmente construida y detallada en el capítulo de *REQUERIMIENTOS TECNICOS ASOCIADOS A LA INFORMACION GEOGRAFICA*.

Almacenada la información en la base de datos geográfica se procedió a realizar análisis espaciales para añadir información en los atributos como: longitud del tramo, Ecuación de baches, Clasificación de baches, Ecuación de grietas, Clasificación de grietas, Ecuación de parches, Clasificación de parches, Clasificación de desgaste, Clasificación piel de cocodrilo, Ecuación infraestructura, Estado de la infraestructura, Coordenadas, Hipervínculos.

1.5.1.4 Cálculo del índice del estado superficial de la capa de rodadura (Estado de la infraestructura)

Al revisar bibliografía referente a como evaluar el estado del pavimento, se encontró el método de evaluación del comportamiento del pavimento llamado “Procedimiento estándar para la inspección del índice de condición del pavimento en caminos y estacionamientos” (ASTM D6433-03) o mejor conocido como “Método PCI” (*Pavement Condition Index*); este método por medio de inspecciones visuales determina el estado en que se encuentra una vía, dependiendo del tipo, cantidad y severidad de las fallas presentes. Con la información de campo obtenida durante la auscultación vial, y siguiendo la metodología indicada en el PCI, se calcula un índice que cuantifica el estado en que se encuentra el pavimento analizado, es decir, señala si el pavimento está fallado, si es malo, muy malo, regular, si es bueno, muy bueno o excelente.

Para definir el estado superficial de la capa de rodadura, se contempló una metodología ajustada del método PCI de acuerdo al objeto del estudio y el tiempo para levantar la información, la cual fue concertada previamente en las jornadas de retroalimentación con la interventoría y supervisión del proyecto.

Este método ajustado identifica por medio de inspección visual en cada tramo tipo y cantidad de fallas presentes: este tipo y cantidad de fallas presentes constituyen cinco (5) variables o características por tramo que permiten una evaluación estandarizada y no tan subjetiva.

Las variables a medir y a observar corresponden al *Número de Baches* por cada 100 metros, *Número de Grietas* por cada 100 metros, *Número de Parches* por

cada 100 metros, *Porcentaje de desgaste* del tramo y *Porcentaje de Piel de Cocodrilo del tramo*, con las cuales se calcula un índice y se asigna el estado superficial de la capa de rodadura.

Después de verificar la medida para cada caso, se generan rangos para la condición de bueno, regular o malo.

1.5.1.4.1 Criterios de clasificación

Para *Número de baches por cada 100 metros*, se establece que los valores inferiores a “1” se califican como Bueno, entre 1 y 2.99 se califican como Regular y mayores a 3 se califican como Malo.

$$\text{Ecuación } \mathbf{B} = \# \text{Baches} / (\text{longitud de tramo} / 100)$$

1	2	3
<1	1<>2.99	>3
BUENO	REGULAR	MALO

De la comuna 8 en adelante se incluirá en la clasificación de Baches la identificación de Baches Grandes (mayores a 1m de radio), Medianos (entre 0.50 – 1m de radio) y Pequeños (menores de 0.50m de radio).



Figura 22. Bache.

Fuente: Elaboración propia, 2015

Para *Número de Grietas* por cada 100 metros, se establece que los valores inferiores a “1” se califican como Bueno, entre 1 y 2.99 se califican como Regular y mayores a 3 se califican como Malo.

Ecuación $G = \#Grietas / (longitud\ de\ tramo / 100)$

1	2	3
<1	1<>2.99	>3
BUENO	REGULAR	MALO



Figura 23. Grieta.

Fuente: Elaboración propia, 2015

Para *Número de Parches* por cada 100 metros, se establece que los valores inferiores a “1” se califican como Bueno, entre 1 y 2.99 se califican como Regular y mayores a 3 se califican como Malo.

Ecuación $P = \#Parches / (longitud\ de\ tramo / 100)$

1	2	3
<1	1<>2.99	>3
BUENO	REGULAR	MALO



Figura 24. Parche.

Fuente: Elaboración propia, 2015

Para el caso de la variable *Piel de Cocodrilo*, como el dato o medición se realiza de manera subjetiva, se establecieron valores por porcentaje aproximado del tramo que presenta esta condición. Se establecieron los siguientes rangos de clasificación para la escala Bueno, Malo y Regular: se define que menor al 10% es Bueno, entre 10% y 40% Regular y Mayor al 40% Malo.

1	2	3
0 <> 10%	10% <> 40 %	> 40%
BUENO	REGULAR	MALO



Figura 25. Piel de Cocodrilo.

Fuente: Elaboración propia, 2015

Para la variable *Desgaste*, de igual manera como el dato se realiza de manera subjetiva, se establecieron valores por porcentaje aproximado del tramo. Esta condición aplica como porcentaje para cada 100 metros. Se puede leer que de cada 100 metros del tramo el porcentaje asignado corresponde al valor de desgaste.

1	2	3
0 <> 10%	10% <> 40 %	> 40%
BUENO	REGULAR	MALO



Figura 26. Desgaste.

Fuente: Elaboración propia, 2015

Ya calificadas cada una de las variables se procede a realizar la suma de las cinco (5) para determinar el estado del tramo de acuerdo a los siguientes rangos.

Si la sumatoria es inferior a 5 el estado se considera como bueno, si la sumatoria arroja valores entre 5.01 y 10 el estado será definido como Regular y si la sumatoria es mayor a 10 se define que el tramo se encuentra en Mal estado.

RANGO	RANGO	RANGO
0 <> 5	5.01 <> 10	10 <> 15
BUENO	REGULAR	MALO

A partir de esta información, se procede a ingresar y calcular mediante análisis espacial los datos correspondientes al estado superficial de la capa de rodadura para cada tramo.

1.6 RESULTADOS

Procesada la información recopilada en campo y articulada en la base de datos geográfica se procedió a generar la cartografía temática la cual se presenta como Anexo N° 6 “CARTOGRAFIA”.

1.6.1 Área de estudio y jerarquía vial

El área de estudio está comprendida por la red vial primaria con un porcentaje del 45% (459.9 Km) del total del área inventariada, secundaria representada en un 30% (306.6 Km), colectora con un 24% (245.28 Km) y con un 1% (10.22 Km) las vías locales de interés. Cabe resaltar que hacia el sur de la ciudad fue inventariada la red hasta el perímetro municipal a pesar de que en los requerimientos se estipulaba solo hasta el perímetro urbano, adicionalmente de los 1022 Km aprox. inventariados 48km correspondiente al 4.7% representan vías proyectadas o inexistentes en la actualidad.

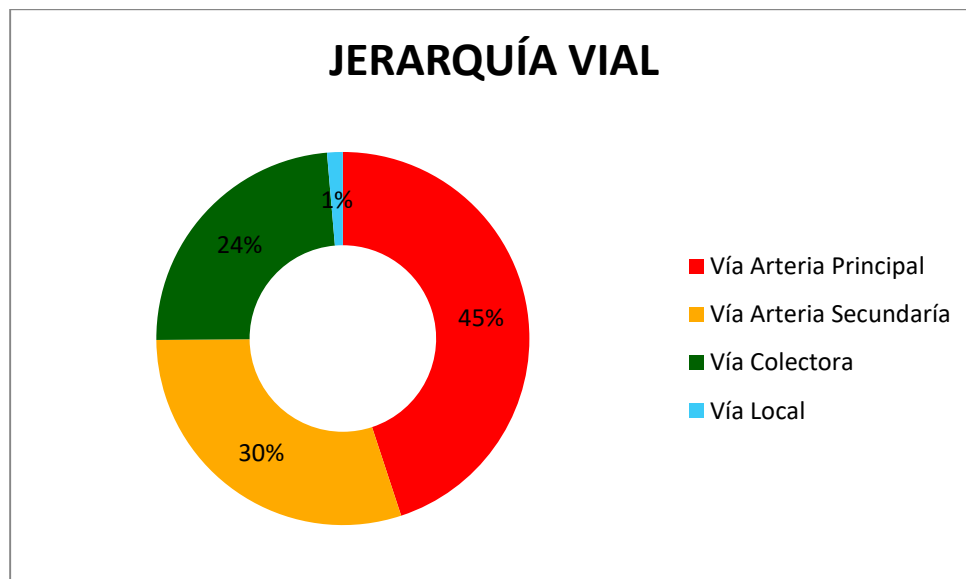


Figura 27 Jerarquía vial en el área de estudio.

Geográficamente se puede observar estos resultados en el plano anexo PL1.

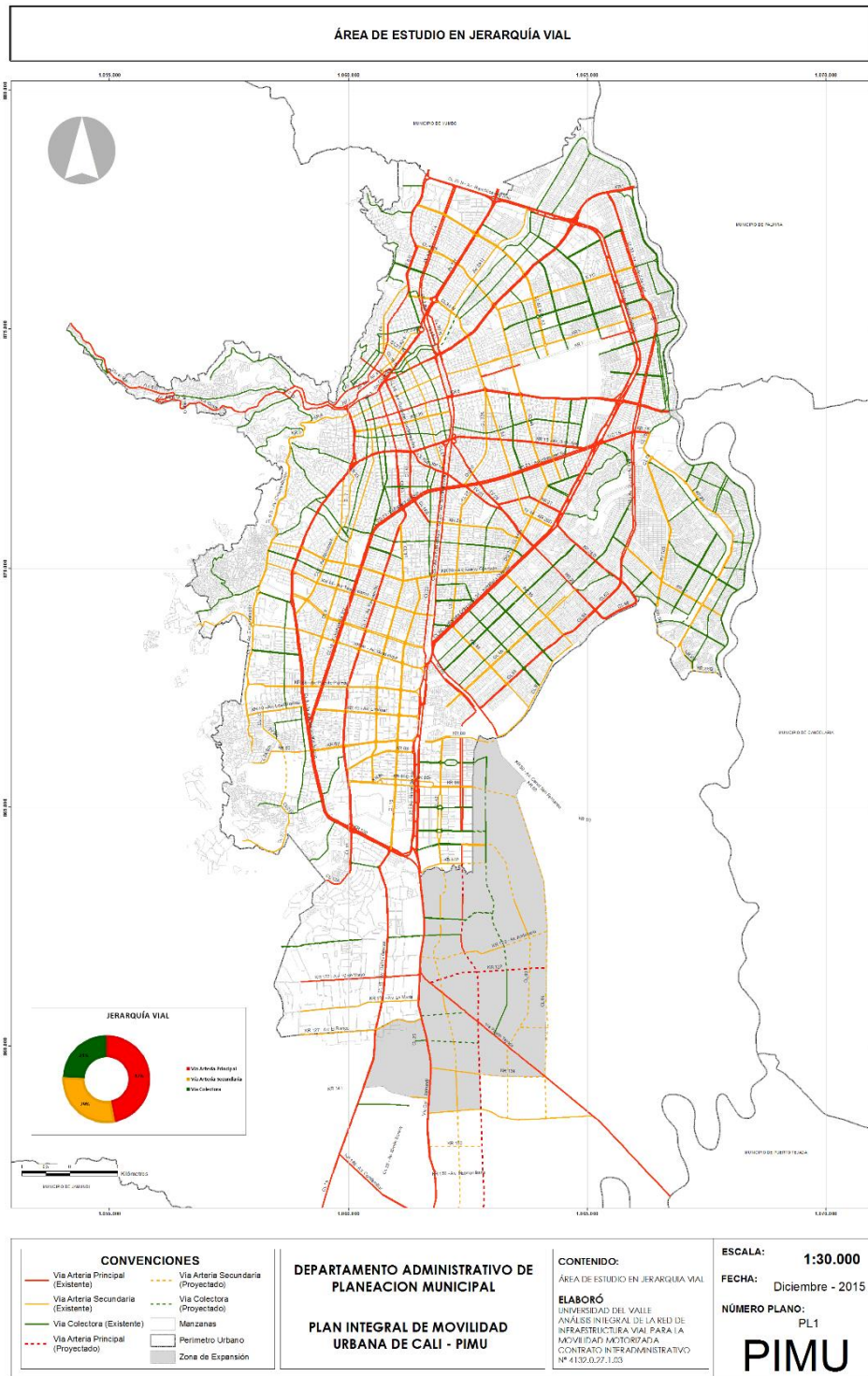


Figura 28 Plano PL1 - Área de estudio en jerarquía vial

1.6.2 Tipo de pavimento

Del área de estudio inventariada el 62% (600.73 Km) corresponde a pavimento flexible, el 29% (283.57 Km) a pavimento rígido, el 6% (58.10 Km) a mixto y el 3% (26.11 Km) a sin pavimento.

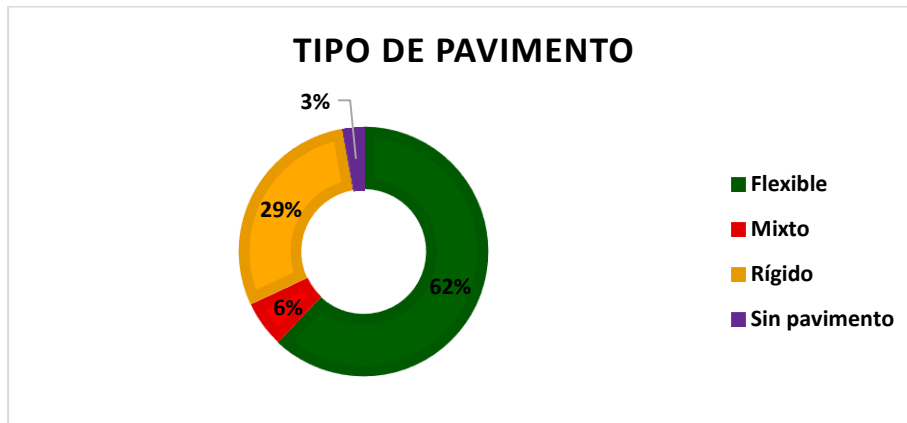


Figura 29 Tipo de pavimento en el área de estudio

Geográficamente se puede observar estos resultados en el plano anexo PL2.

En la siguiente Tabla y Figura se muestra la distribución del tipo de pavimento en cada Unidad de Planificación Urbana.

Tabla 11 Tipo de pavimento según la Unidad de Planificación Urbana - UPU

UPU	Tipo de Pavimento (Longitud en Km)				Total general
	Flexible	Mixto	Rígido	Sin pavimento	
1 MENGA	43,04	1,57	3,15	0,22	47,97
2 INDUSTRIAL	55,53	2,92	33,21	0,49	92,16
3 RÍO CAUCA	34,94	3,94	0,72	6,78	46,39
4 AGUABLANCA	131,70	6,20	18,90	7,17	163,97
5 VILLANUEVA	68,50	9,44	45,32	0,00	123,25
6 CENTRO	15,72	2,20	20,37	0,00	38,30
7 VERSALLES	18,91	1,96	7,40	0,00	28,26
8 CERROS	12,36	0,41	14,18	0,00	26,95
9 MANZANA DEL SABER	5,54	0,65	10,31	0,00	16,51
10 ESTADIO	28,00	4,35	45,97	0,00	78,32
11 SANTA ELENA	11,39	4,33	27,73	0,00	43,45
12 VALLE DEL LILI	89,90	11,40	40,63	0,00	141,92

13 MÉLENDEZ	9,76	2,35	5,01	1,43	18,56
14 PANCE	23,49	0,10	10,05	0,00	33,64
15 EXPANSIÓN	27,47	0,94	0,31	5,81	34,53
Total general	576,25	52,77	282,24	21,91	934,17

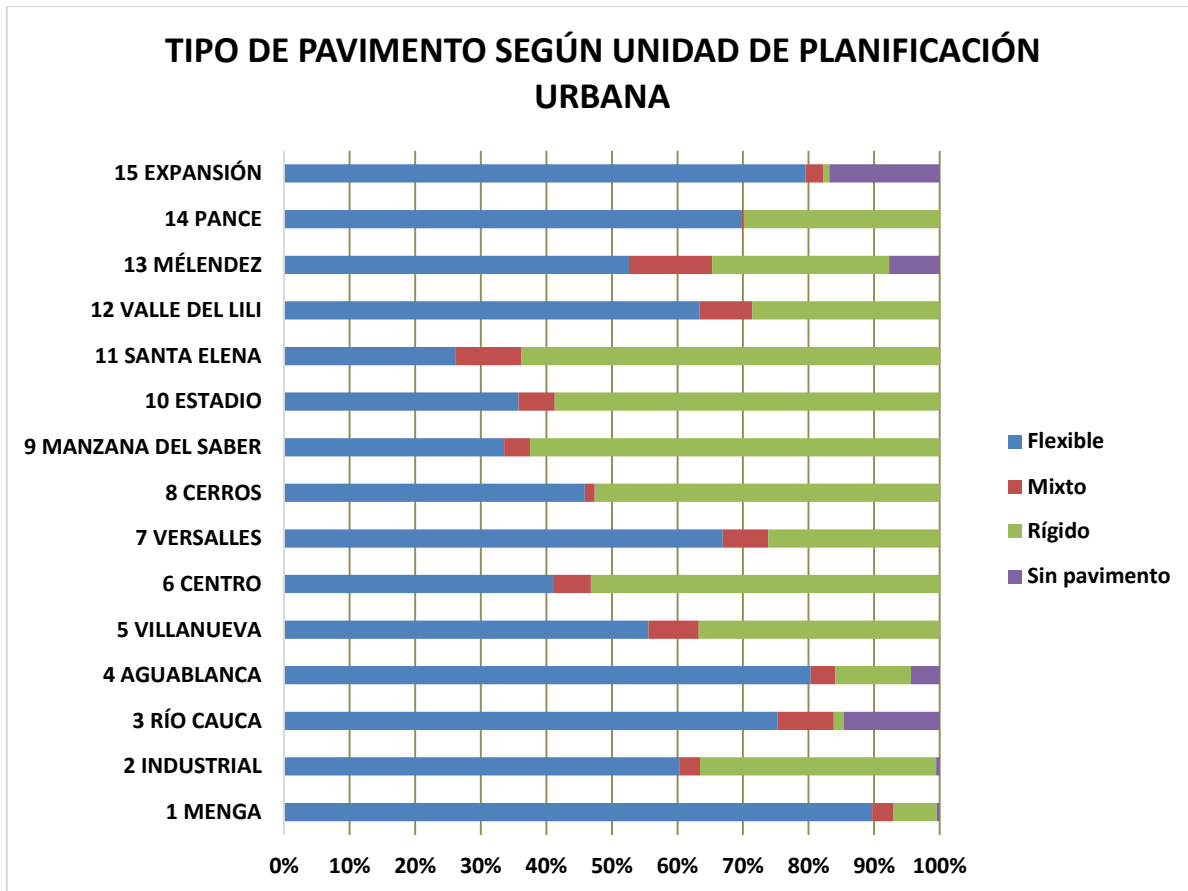


Figura 30 Tipo de pavimento según la UPU

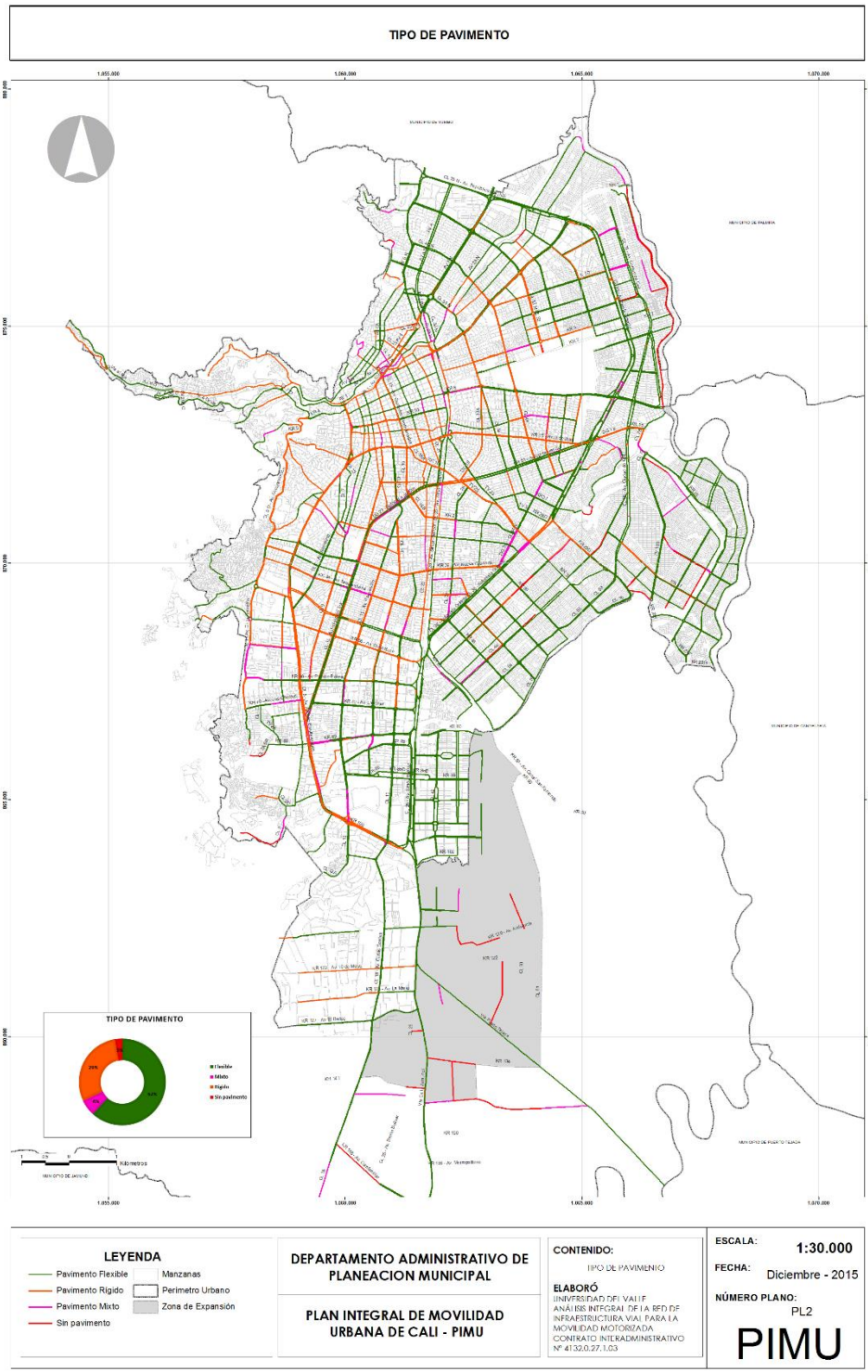


Figura 31 Plano PL2 - Tipo de pavimento

1.6.2.1 Tipo de pavimento en vía arteria principal

En las vías arterias principales del área de estudio inventariada el 64% (285.83 Km) corresponde a pavimento flexible, el 31% (138.77 Km) a pavimento rígido, el 4% a mixto (18.65 Km) y el 1% (1.73 Km) a sin pavimento.

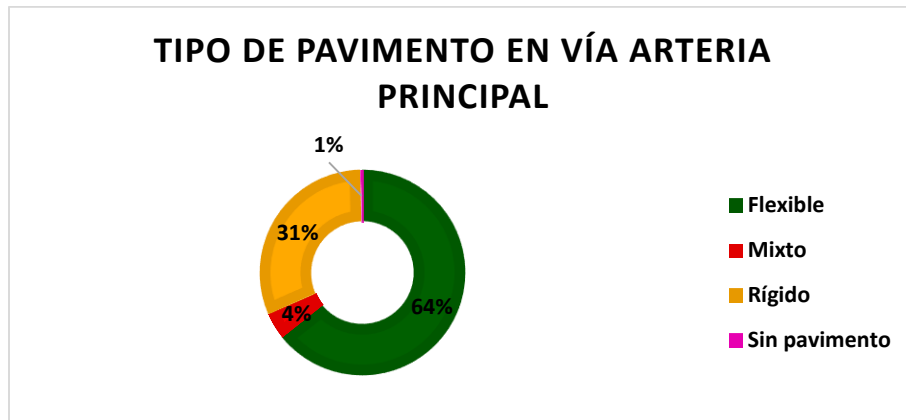


Figura 32 Tipo de pavimento en vías arterias principales

Geográficamente se puede observar estos resultados en el plano anexo PL3.

1.6.2.2 Tipo de pavimento en vía arteria secundaria

En las vías arterias secundarias del área de estudio inventariada el 56% (156.20 Km) corresponde a pavimento flexible, el 33% (90.3 Km) a pavimento rígido, el 8% (22.16 Km) a mixto y el 3% (8.78 Km) a sin pavimento.

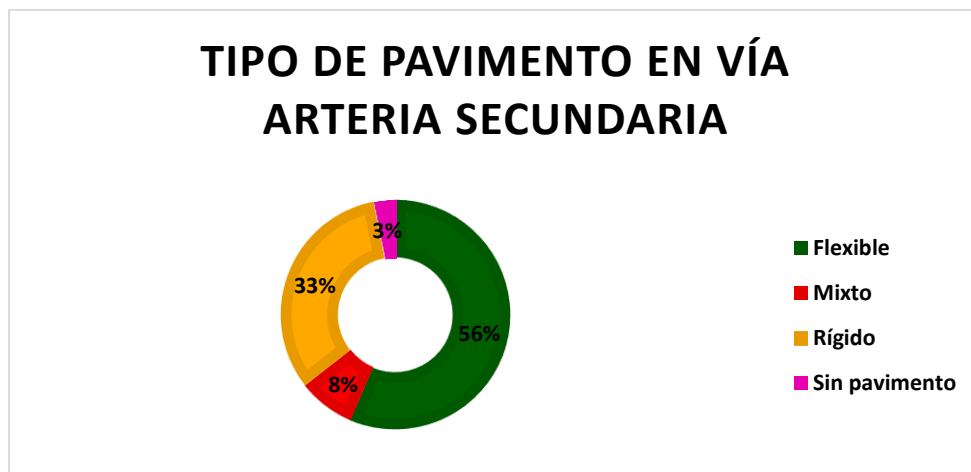


Figura 33 Tipo de pavimento en vías arterias secundarias

Geográficamente se puede observar estos resultados en el plano anexo PL4.

1.6.2.3 Tipo de pavimento en vía colectora

En las vías arterias colectoras del área de estudio inventariada el 64% (147.61Km) corresponde a pavimento flexible, el 22% (52.17 Km) a pavimento rígido, el 7% (16.78 Km) a mixto y el 7% (15.6 Km) a sin pavimento.

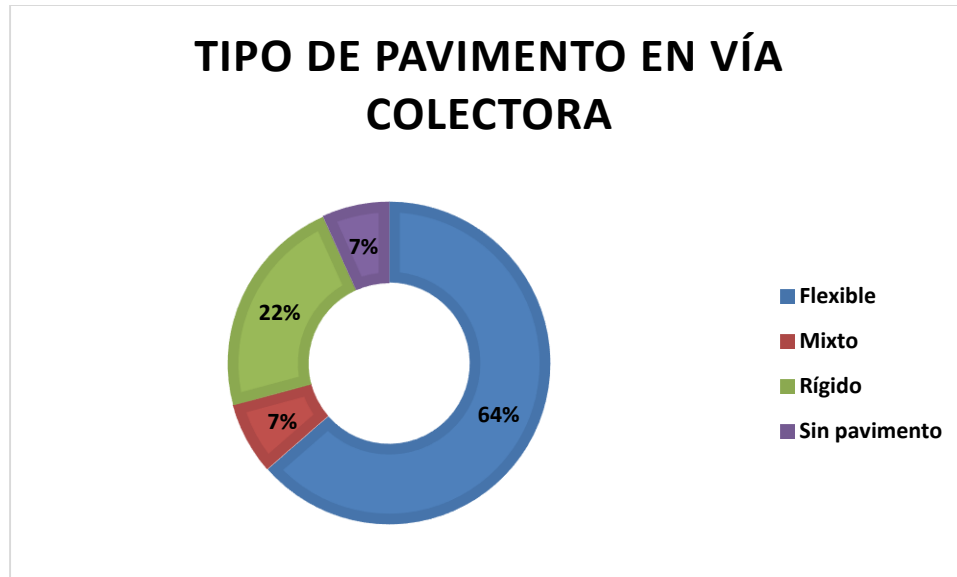


Figura 34 Tipo de pavimento en vías colectoras

Geográficamente se puede observar estos resultados en el plano anexo PL5.

1.6.2.4 Tipo de pavimento en vías locales de interés

Aunque el área de estudio estaba comprendida por la red vial primaria, secundaria y colectora, en las jornadas de retroalimentación con la interventoría y supervisión del proyecto fue concertado el levantamiento de información de algunas vías jerarquizadas como locales debido a su importancia en la movilidad actual de la ciudad.

En las vías locales de interés del área de estudio inventariada el 80% (8,17 Km) corresponde a pavimento flexible, el 17% (1.73 Km) a pavimento rígido y el 3% (0.3 Km) a mixto.

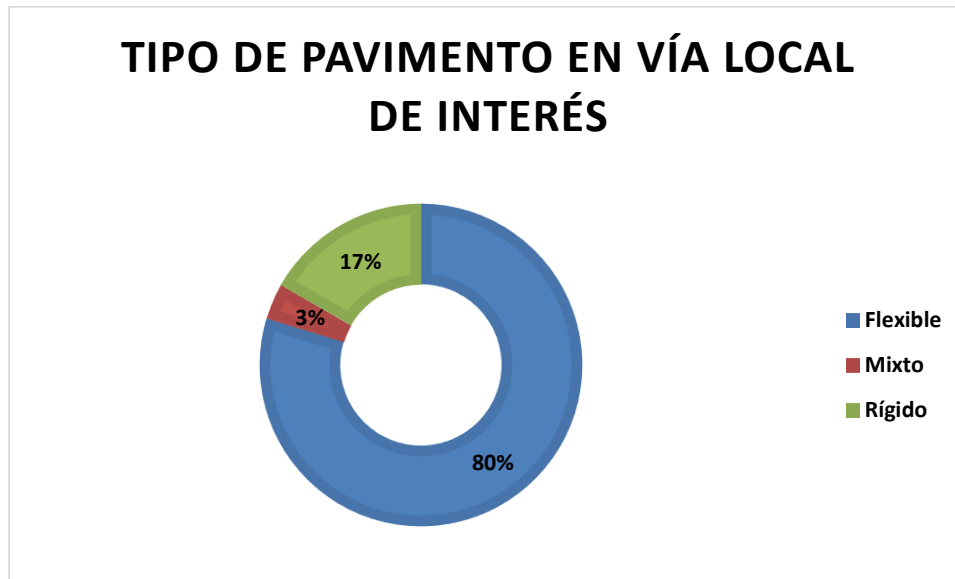


Figura 35 Tipo de pavimento en vías locales de interés

1.6.3 Presencia y valoración de fallas superficiales en la capa de rodadura

En la inspección visual realizada en cada tramo se identificó el tipo y la cantidad de fallas presentes para llegar a calcular el estado superficial de la capa de rodadura. Las cinco (5) variables o características inventariadas en cada tramo corresponden a Número de Baches, Número de Grietas, Número de Parches, Porcentaje de Desgaste y el Porcentaje de Piel de cocodrilo.

El cálculo se propuso como una tasa representativa hallada de la siguiente manera:

Número de Baches por cada 100 metros, *Número de Grietas* por cada 100 metros, *Número de Parches* por cada 100 metros, *Porcentaje de desgaste* del tramo y *Porcentaje de Piel de Cocodrilo del tramo*. Los resultados de estas relaciones se clasificaron en Bueno, Regular y Malo (Ver capítulo *Cálculo del índice del estado superficial de la capa de rodadura*) por la tanto los resultados finales reflejan la valoración correspondiente.

1.6.3.1 Presencia y valoración de baches en jerarquía vial

De acuerdo con los criterios de clasificación para número de baches por cada 100 metros lineales, se tiene que el 78% (738.97 Km) presenta una valoración Buena, el 15% (144.64 Km) Regular y el 7% (65.32 Km) Mala.

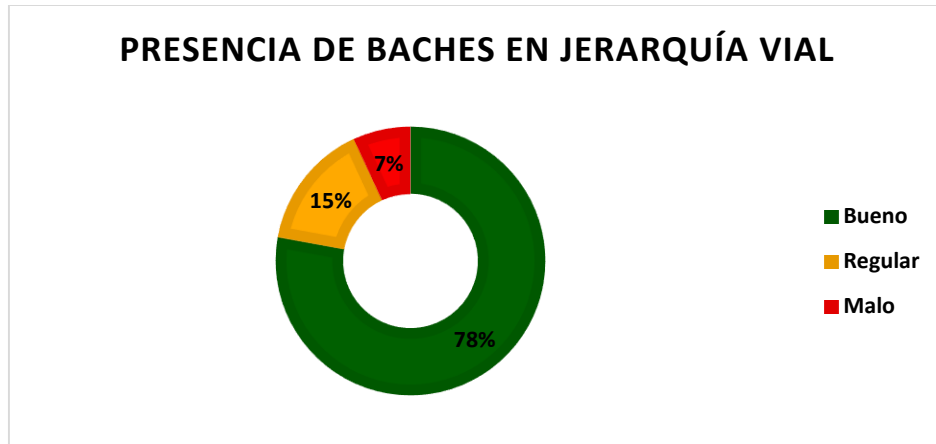


Figura 36 Presencia y valoración de Baches en jerarquía vial

Geográficamente se puede observar estos resultados en el plano anexo PL6.

1.6.3.2 Presencia y valoración de baches según la Unidad de Planificación Urbana

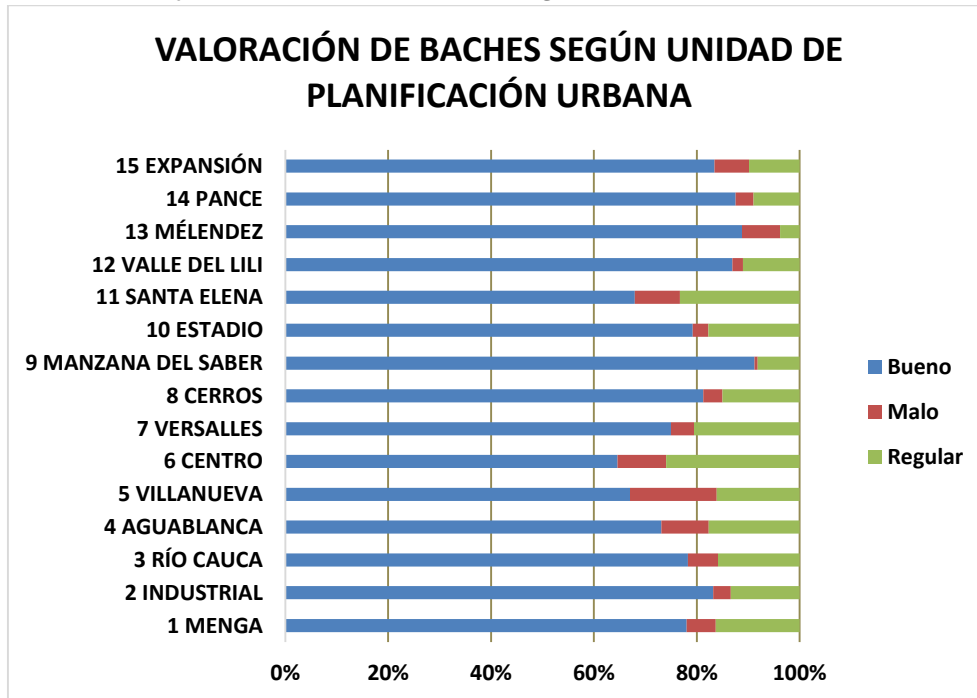


Figura 37 Presencia y valoración de Baches según la Unidad de Planificación Urbana

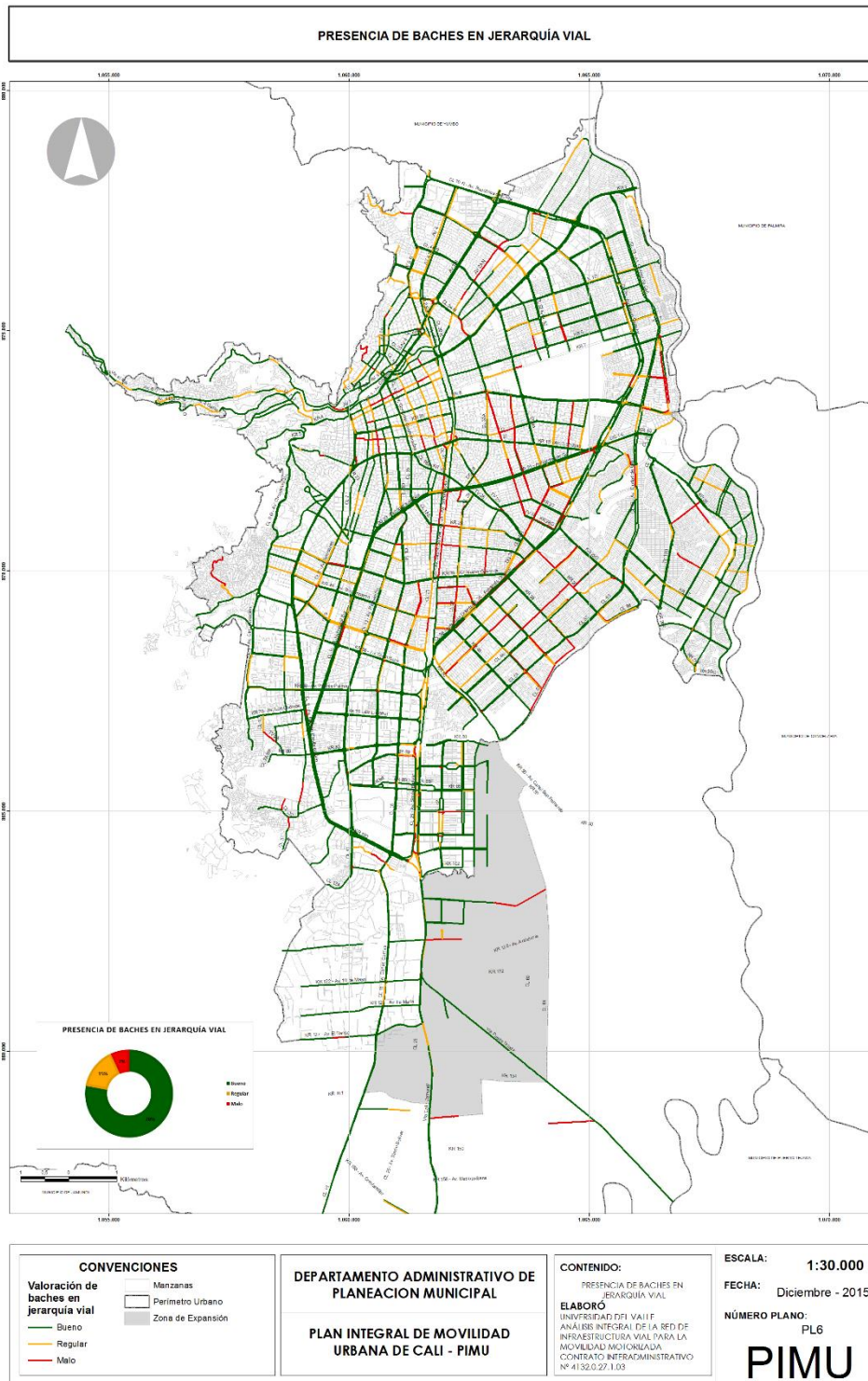


Figura 38 Plano PL6 - Presencia de baches en jerarquía vial

Tabla 12 Presencia y valoración de Baches según la Unidad de Planificación Urbana

UPU	Presencia y valoración de Baches (Longitud en Km)			
	Bueno	Malo	Regular	Total general
1 MENGA	37,27	2,70	7,79	47,75
2 INDUSTRIAL	76,29	3,15	12,26	91,69
3 RÍO CAUCA	35,21	2,63	7,15	44,99
4 AGUABLANCA	114,76	14,50	27,70	156,97
5 VILLANUEVA	82,82	20,89	19,88	123,58
6 CENTRO	24,73	3,63	9,94	38,30
7 VERSALLES	21,19	1,28	5,80	28,26
8 CERROS	21,90	1,01	4,04	26,95
9 MANZANA DEL SABER	15,06	0,11	1,34	16,51
10 ESTADIO	62,04	2,39	13,89	78,32
11 SANTA ELENA	29,52	3,82	10,11	43,45
12 VALLE DEL LILI	123,38	2,93	15,61	141,92
13 MÉLENDEZ	15,21	1,26	0,65	17,12
14 PANCE	29,46	1,16	3,02	33,64
15 EXPANSIÓN	24,48	1,97	2,89	29,34
Total general	713,31	63,42	142,07	934,17

1.6.3.3 Presencia y valoración de baches en vía arteria principal

En las vías arterias principales del área de estudio inventariada, el 86% (383.72 Km) presenta un estado Bueno al valorar el número de baches por cada 100 metros lineales, el 11% (48.95 Km) presenta un estado Regular, y el 3% (15.4 Km) un estado Malo.

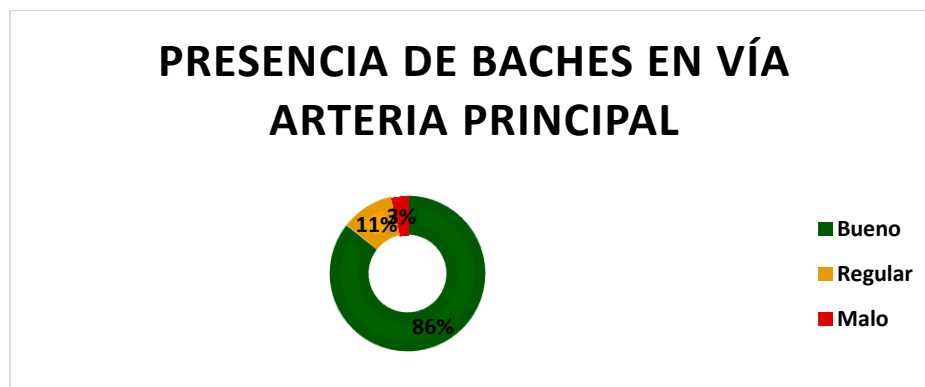


Figura 39 Presencia y valoración de Baches en vías arterias principales

Geográficamente se puede observar estos resultados en el plano anexo PL7.

1.6.3.4 Presencia y valoración de baches en vía arteria secundaria

En las vías arterias secundarias del área de estudio inventariada, el 77% (206.58 Km) presenta un estado Bueno al valorar el número de baches por cada 100 metros lineales, el 16% (42.90 Km) presenta un estado Regular, y el 7% (20.28 Km) un estado Malo.

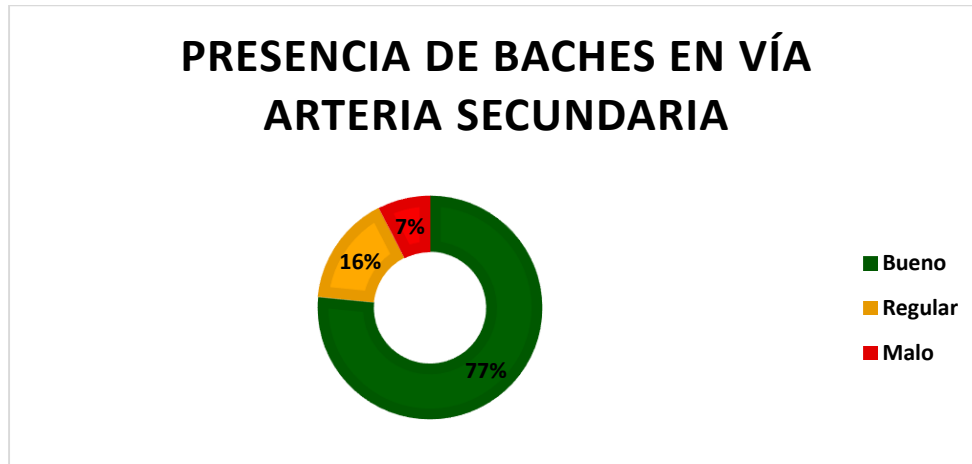


Figura 40 Presencia y valoración de Baches en vías arterias secundarias

Geográficamente se puede observar estos resultados en el plano anexo PL8.

1.6.3.5 Presencia y valoración de baches en vía colectora

En las vías colectoras del área de estudio inventariada, el 64% (139.63 Km) presenta un estado Bueno al valorar el número de baches por cada 100 metros lineales, el 24% (50.81 Km) presenta un estado Regular, y el 12% (26.73 Km) un estado Malo.

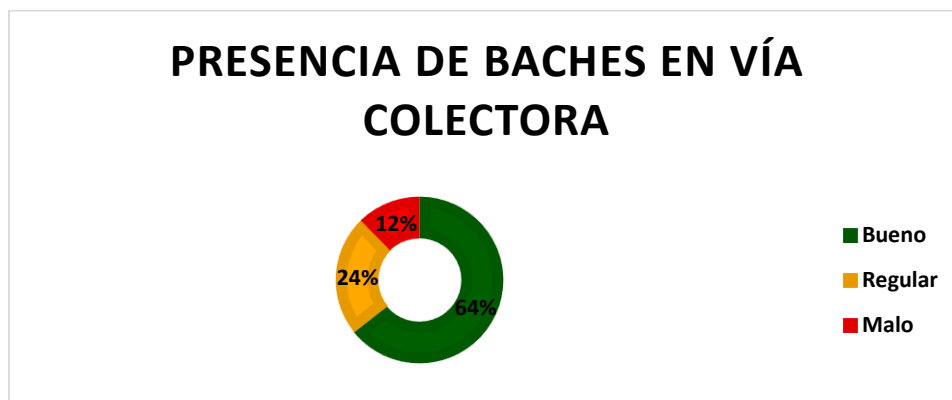


Figura 41 Presencia y valoración de Baches en vías arterias colectoras

Geográficamente se puede observar estos resultados en el plano anexo PL9.

1.6.3.6 Presencia y valoración de baches en vía local de interés

En las vías locales de interés del área de estudio inventariada, el 65% (6.64 Km) presenta un estado Bueno al valorar el número de baches por cada 100 metros lineales, el 21% (2.14 Km) presenta un estado Regular, y el 14% (1.43 Km) un estado Malo.

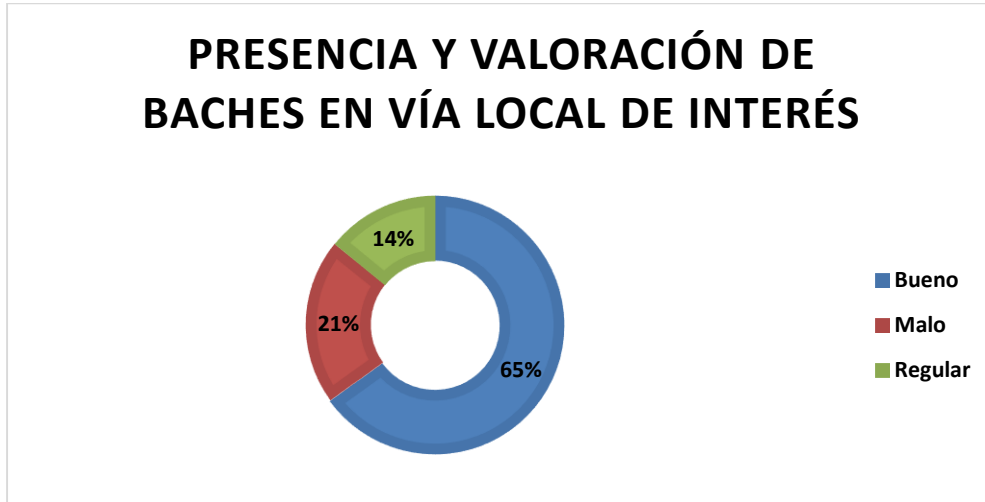


Figura 42 Presencia y valoración de Baches en vías locales de interés

1.6.3.7 Presencia y valoración de grietas en jerarquía vial

De acuerdo con los criterios de clasificación para número de grietas por cada 100 metros lineales, se tiene que el 63% (596.83 Km) presenta una valoración Buena, el 25% (235.78 Km) Regular y el 12% (116.30 Km) Mala.

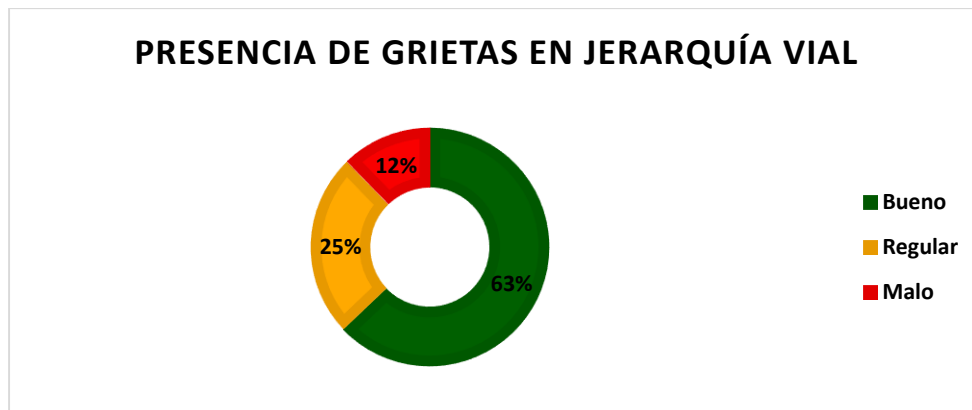


Figura 43 Presencia y valoración de Grietas en jerarquía vial

Geográficamente se puede observar estos resultados en el plano anexo PL10.

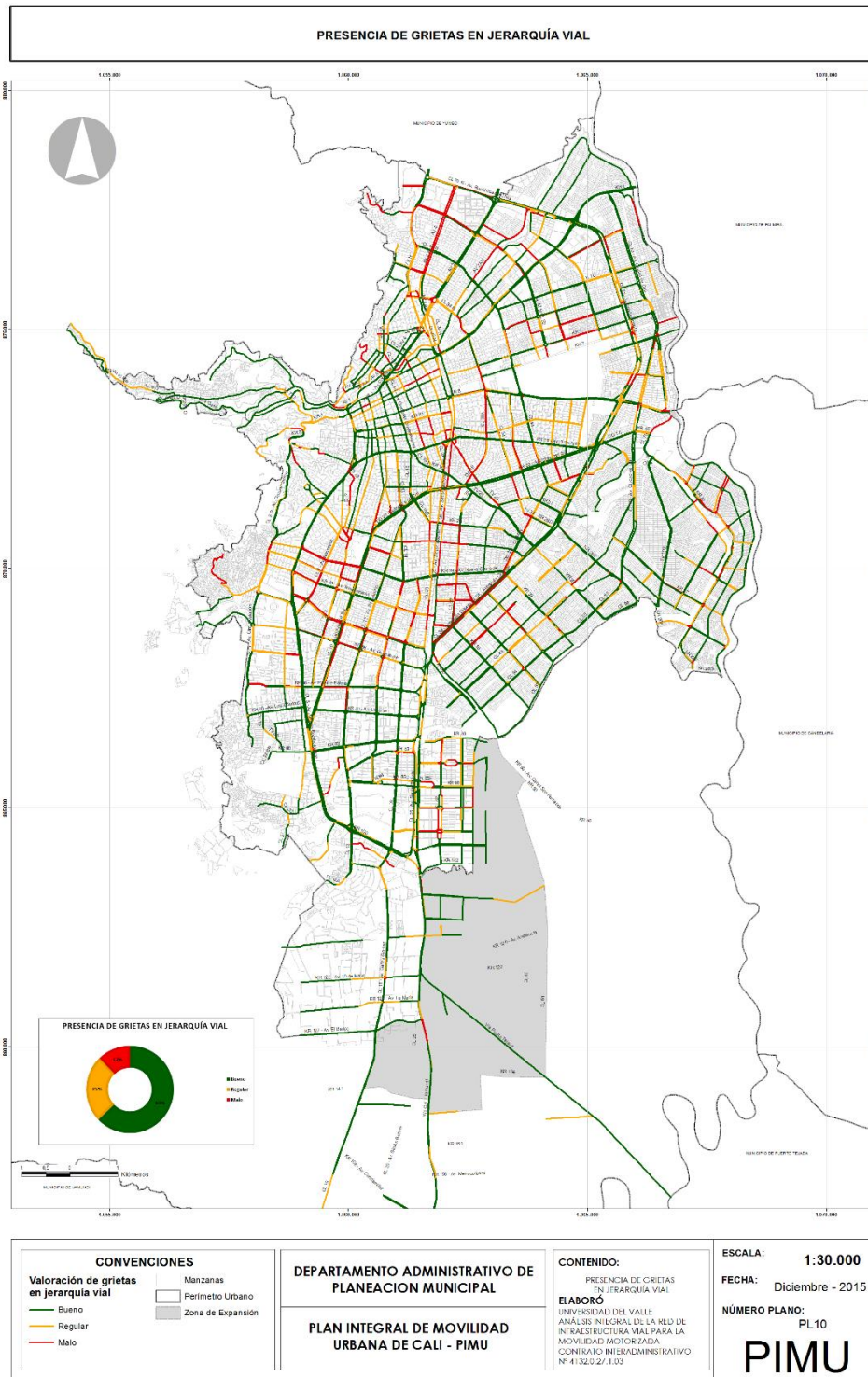


Figura 44 Plano PL10 - Presencia de grietas en jerarquía vial

1.6.3.8 Presencia y valoración de grietas según la Unidad de Planificación Urbana

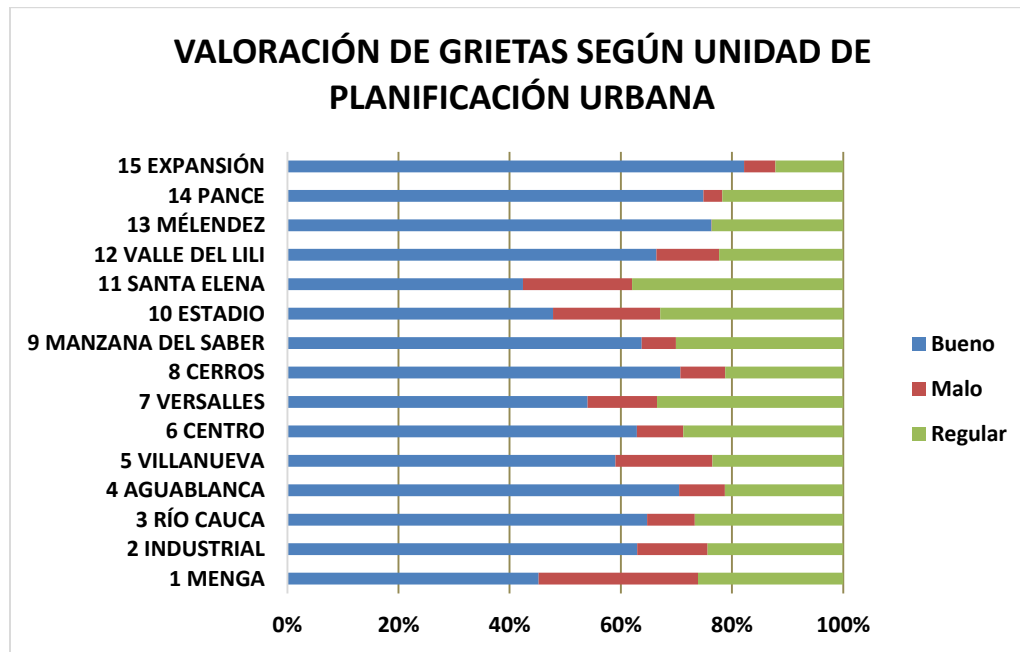


Figura 45 Presencia y valoración de Grietas según la Unidad de Planificación Urbana

Tabla 13 Presencia y valoración de Grietas según la Unidad de Planificación Urbana

UPU	Presencia y valoración de Grietas (Longitud en Km)			
	Buena	Mala	Regular	Total general
1 MENGA	21,58	13,71	12,46	47,75
2 INDUSTRIAL	57,72	11,60	22,38	91,69
3 RÍO CAUCA	29,12	3,87	12,00	44,99
4 AGUABLANCA	110,61	12,95	33,40	156,97
5 VILLANUEVA	72,96	21,55	29,07	123,58
6 CENTRO	24,08	3,21	11,01	38,30
7 VERSALLES	15,27	3,53	9,46	28,26
8 CERROS	19,06	2,17	5,72	26,95
9 MANZANA DEL SABER	10,52	1,01	4,97	16,51
10 ESTADIO	37,42	15,11	25,78	78,32
11 SANTA ELENA	18,42	8,53	16,50	43,45
12 VALLE DEL LILI	94,26	15,95	31,71	141,92
13 MÉLENDEZ	13,07	0,00	4,05	17,12
14 PANCE	25,19	1,14	7,31	33,64
15 EXPANSIÓN	24,12	1,65	3,58	29,34
Total general	573,40	115,98	229,41	934,17

1.6.3.9 Presencia y valoración de grietas en vía arteria principal

En las vías arterias principales del área de estudio inventariada, el 73% (325.60 Km) presenta un estado Bueno al valorar el número de grietas por cada 100 metros lineales, el 20% (91.36 Km) presenta un estado Regular, y el 7% (31.11 Km) un estado Malo.

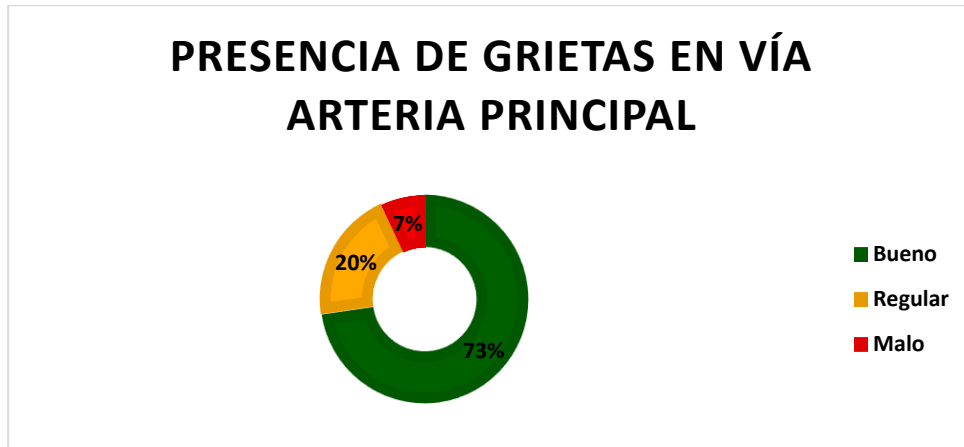


Figura 46 Presencia y valoración de Grietas en vías arterias principales

Geográficamente se puede observar estos resultados en el plano anexo PL11.

1.6.3.10 Presencia y valoración de grietas en vía arteria secundaria

En las vías arterias secundarias del área de estudio inventariada, el 56% (149.95 Km) presenta un estado Bueno al valorar el número de grietas por cada 100 metros lineales, el 27% (74.18 Km) presenta un estado Regular, y el 17% (45.62 Km) un estado Malo.

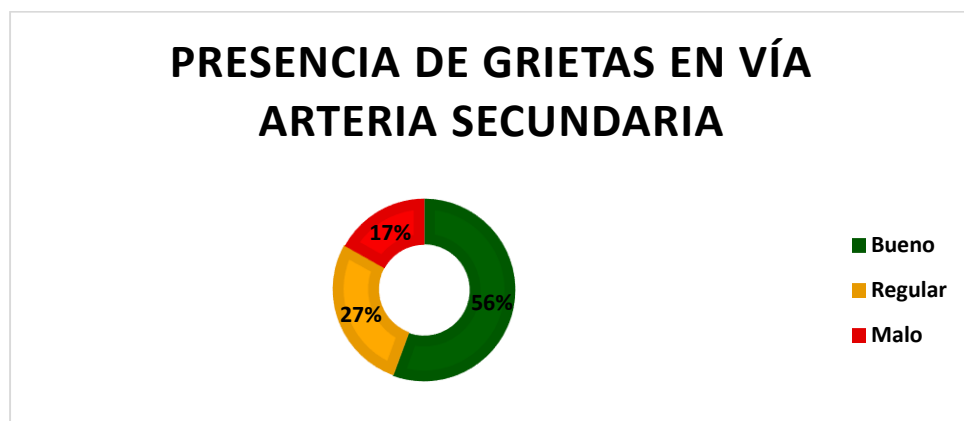


Figura 47 Presencia y valoración de Grietas en vías arterias secundarias

Geográficamente se puede observar estos resultados en el plano anexo PL12.

1.6.3.11 Presencia y valoración de grietas en vía colectora

En las vías colectoras del área de estudio inventariada, el 53% (114.71 Km) presenta un estado Bueno al valorar el número de grietas por cada 100 metros lineales, el 30% (65.59 Km) presenta un estado Regular, y el 17% (36.86 Km) un estado Malo.

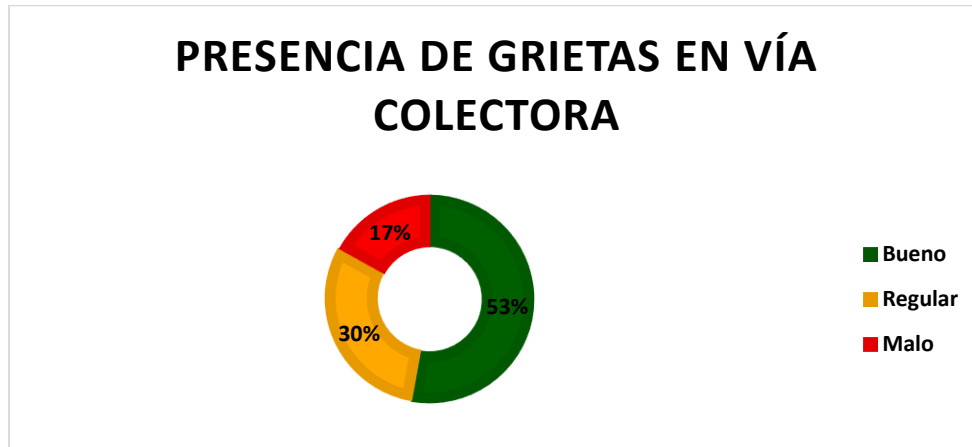


Figura 48 Presencia y valoración de Grietas en vías colectoras

Geográficamente se puede observar estos resultados en el plano anexo PL13.

1.6.3.12 Presencia y valoración de grietas en vía local de interés

En las vías locales de interés del área de estudio inventariada, el 47% (4,80 Km) presenta un estado Bueno al valorar el número de grietas por cada 100 metros lineales, el 33% (3.37 Km) presenta un estado Regular, y el 20% (2.04 Km) un estado Malo.



Figura 49 Presencia y valoración de Grietas en vías locales de interés

1.6.3.13 Presencia y valoración de parches en jerarquía vial

De acuerdo con los criterios de clasificación para número de parches por cada 100 metros lineales, se tiene que el 82% (775.74 Km) presenta una valoración Buena, el 15% (140.58 Km) Regular y el 3% (32.58 Km) Mala.

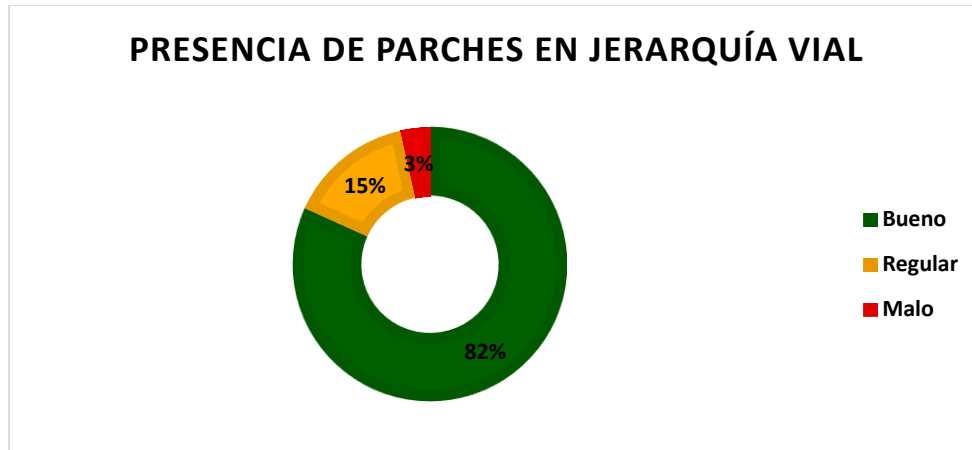


Figura 50 Presencia y valoración de Parches en jerarquía vial

Geográficamente se puede observar estos resultados en el plano anexo PL14.

1.6.3.14 Presencia y valoración de parches según la Unidad de Planificación Urbana

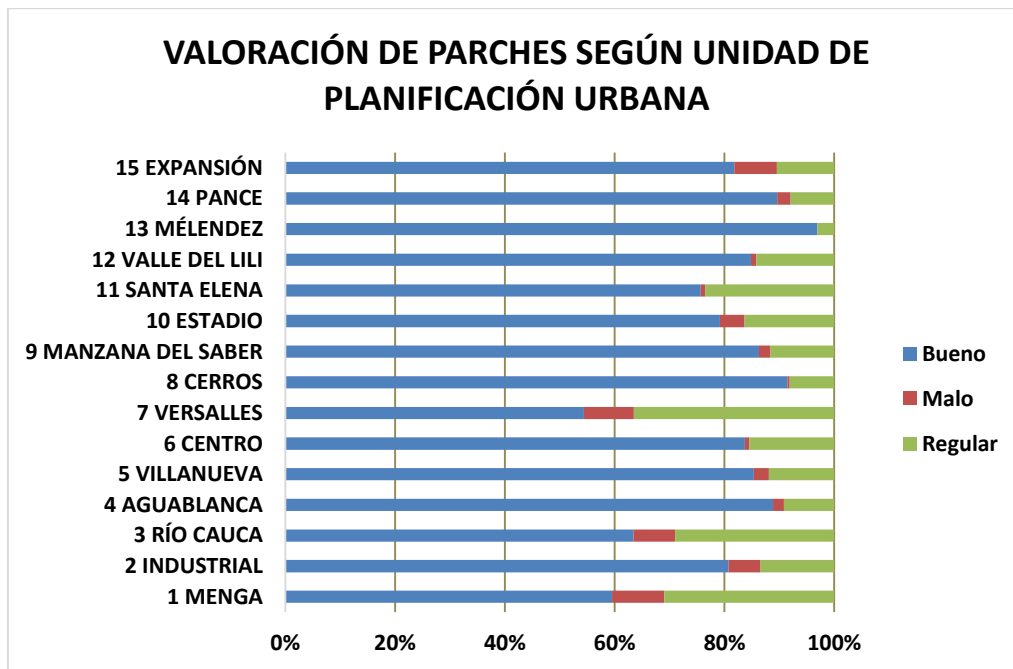


Figura 51 Presencia y valoración de Parches según la Unidad de Planificación Urbana

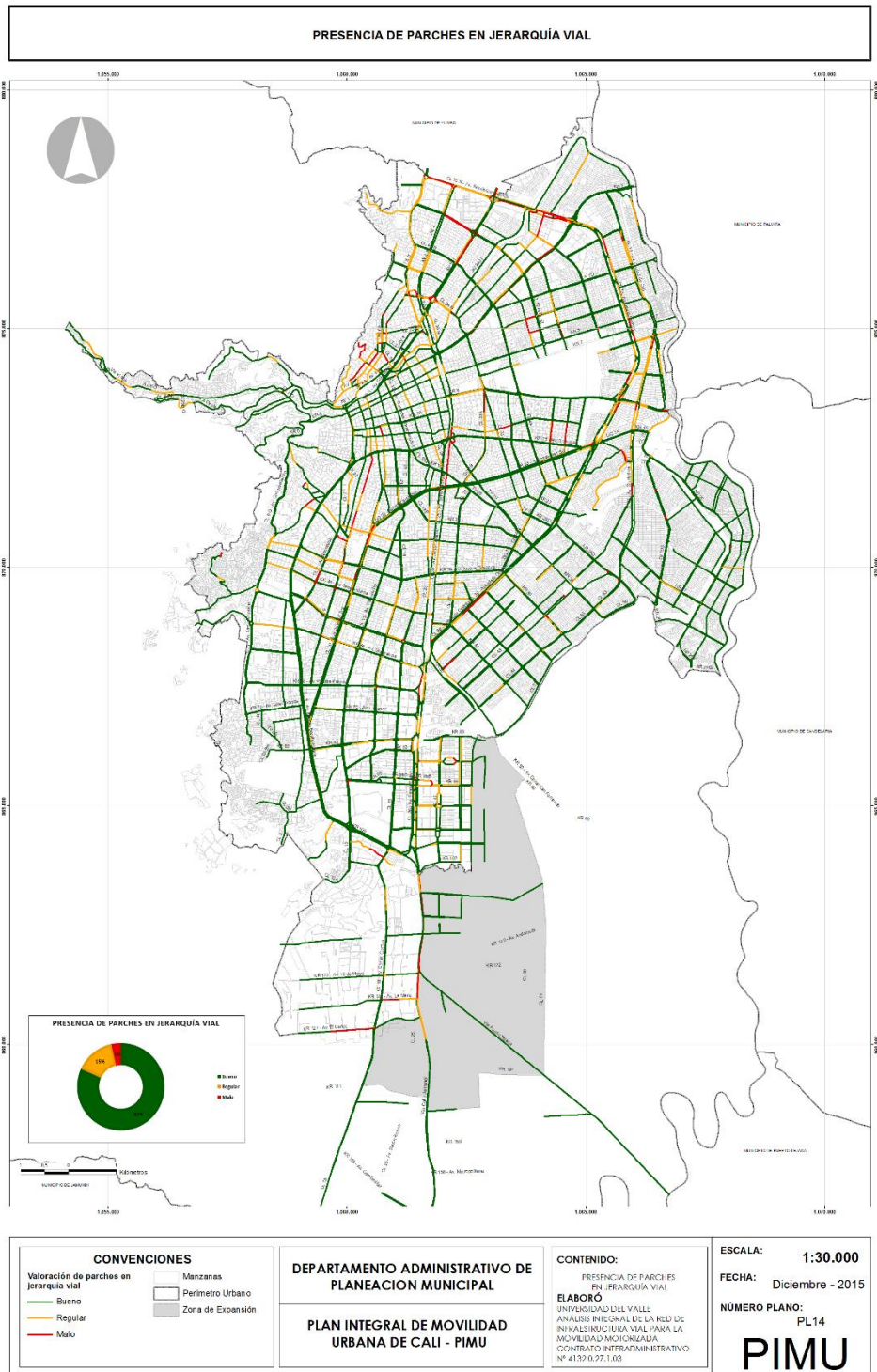


Figura 52 Plano PL14 - Presencia de parches en jerarquía vial

Tabla 14 Presencia y valoración de Parches según la Unidad de Planificación Urbana

UPU	Presencia y valoración de Parches (Longitud en Km)			
	Bueno	Malo	Regular	Total general
1 MENGA	28,42	4,53	14,80	47,75
2 INDUSTRIAL	74,06	5,33	12,30	91,69
3 RÍO CAUCA	28,54	3,41	13,04	44,99
4 AGUABLANCA	139,47	3,13	14,37	156,97
5 VILLANUEVA	105,51	3,33	14,74	123,58
6 CENTRO	32,07	0,29	5,93	38,30
7 VERSALLES	15,37	2,58	10,32	28,26
8 CERROS	24,65	0,12	2,18	26,95
9 MANZANA DEL SABER	14,24	0,35	1,92	16,51
10 ESTADIO	62,00	3,50	12,81	78,32
11 SANTA ELENA	32,87	0,35	10,22	43,45
12 VALLE DEL LILI	120,40	1,36	20,17	141,92
13 MÉLENDEZ	16,60	0,00	0,52	17,12
14 PANCE	30,14	0,83	2,67	33,64
15 EXPANSIÓN	24,00	2,28	3,06	29,34
Total general	748,35	31,39	139,06	934,17

1.6.3.15 Presencia y valoración de parches en vía arteria principal

En las vías arterias principales del área de estudio inventariada, el 81% (362.79 Km) presenta un estado Bueno al valorar el número de parches por cada 100 metros lineales, el 15% (67.75 Km) presenta un estado Regular, y el 4% (17.53 Km) un estado Malo.

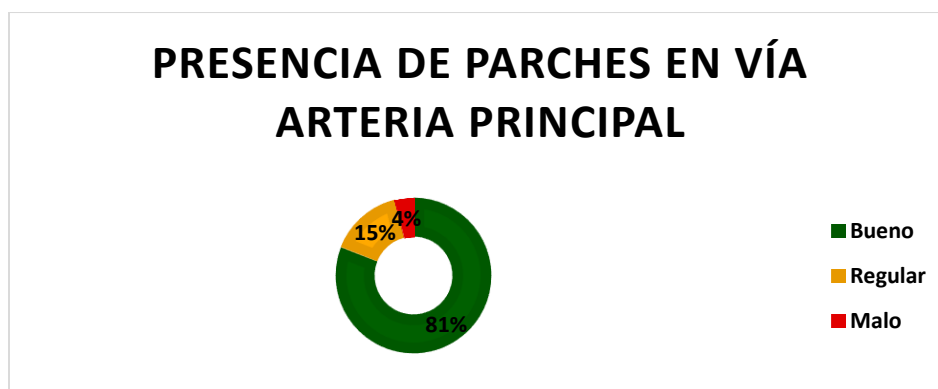


Figura 53 Presencia y valoración de Parches en vías arterias principales

Geográficamente se puede observar estos resultados en el plano anexo PL15.

1.6.3.16 Presencia y valoración de parches en vía arteria secundaria

En las vías arterias secundarias del área de estudio inventariada, el 84% (227.13 Km) presenta un estado Bueno al valorar el número de parches por cada 100 metros lineales, el 13% (34.40 Km) presenta un estado Regular, y el 3% (8.18 Km) un estado Malo.

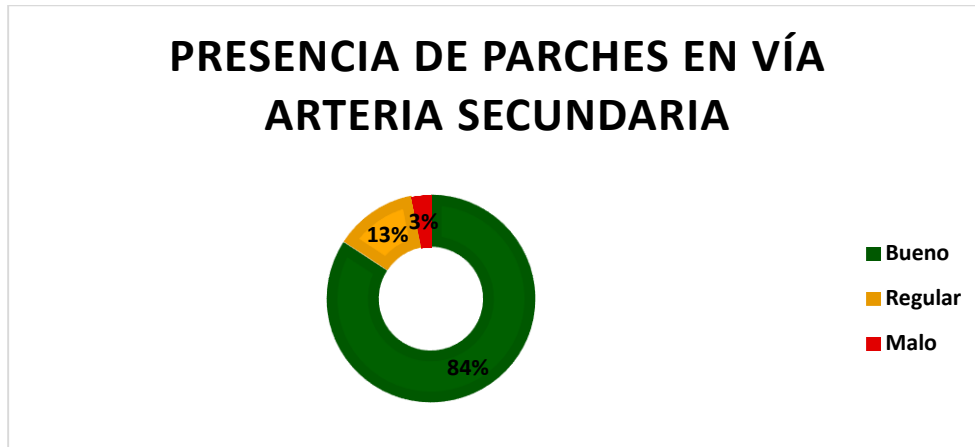


Figura 54 Presencia y valoración de Parches en vías arterias secundarias

Geográficamente se puede observar estos resultados en el plano anexo PL16.

1.6.3.17 Presencia y valoración de parches en vía colectoras

En las vías colectoras del área de estudio inventariada, el 80% (174.18 Km) presenta un estado Bueno al valorar el número de parches por cada 100 metros lineales, el 17% (36.68 Km) presenta un estado Regular, y el 3% (6.31 Km) un estado Malo.

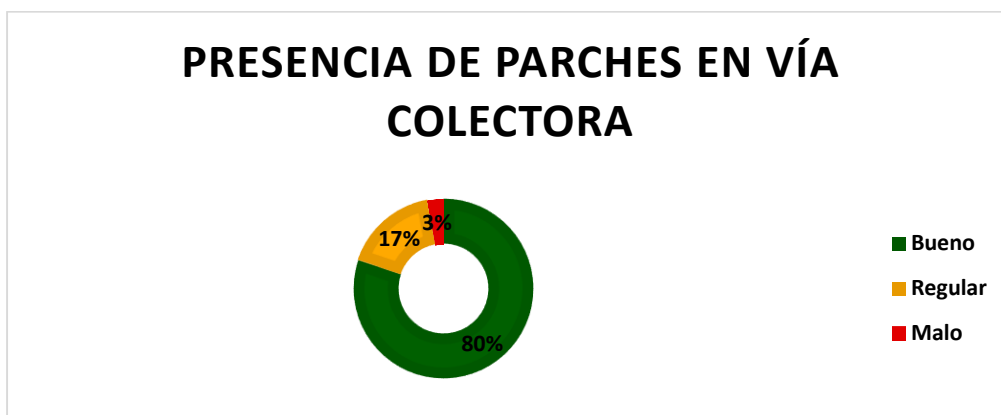


Figura 55 Presencia y valoración de Parches en vías colectoras

Geográficamente se puede observar estos resultados en el plano anexo PL17.

1.6.3.18 Presencia y valoración de parches en vía local de interés

En las vías locales de interés del área de estudio inventariada, el 84% (8.58 Km) presenta un estado Bueno al valorar el número de parches por cada 100 metros lineales, el 12% (1.23 Km) presenta un estado Regular, y el 4% (0.41 Km) un estado Malo.

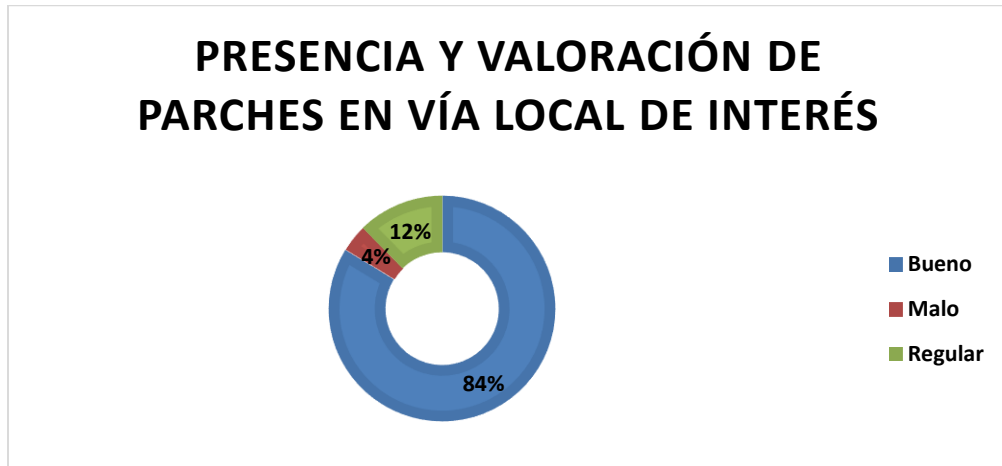


Figura 56 Presencia y valoración de Parches en vías locales de interés

1.6.3.19 Valoración del desgaste superficial de la capa de rodadura en jerarquía vial

De acuerdo con los criterios de clasificación para porcentaje de desgaste del tramo, se tiene que el 34% (324.66 Km) presenta una valoración Buena, el 43% (406.26 Km) Regular y el 23% (218 Km) Mala.

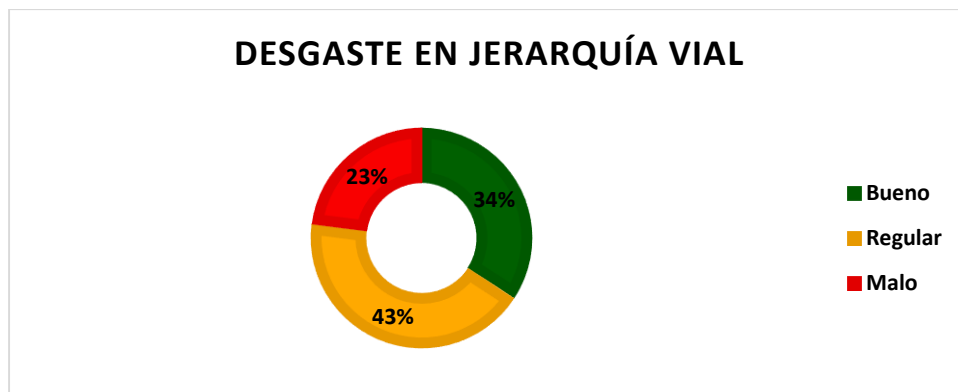


Figura 57 Valoración del desgaste superficial de la capa de rodadura en jerarquía vial

Geográficamente se puede observar estos resultados en el plano anexo PL18.

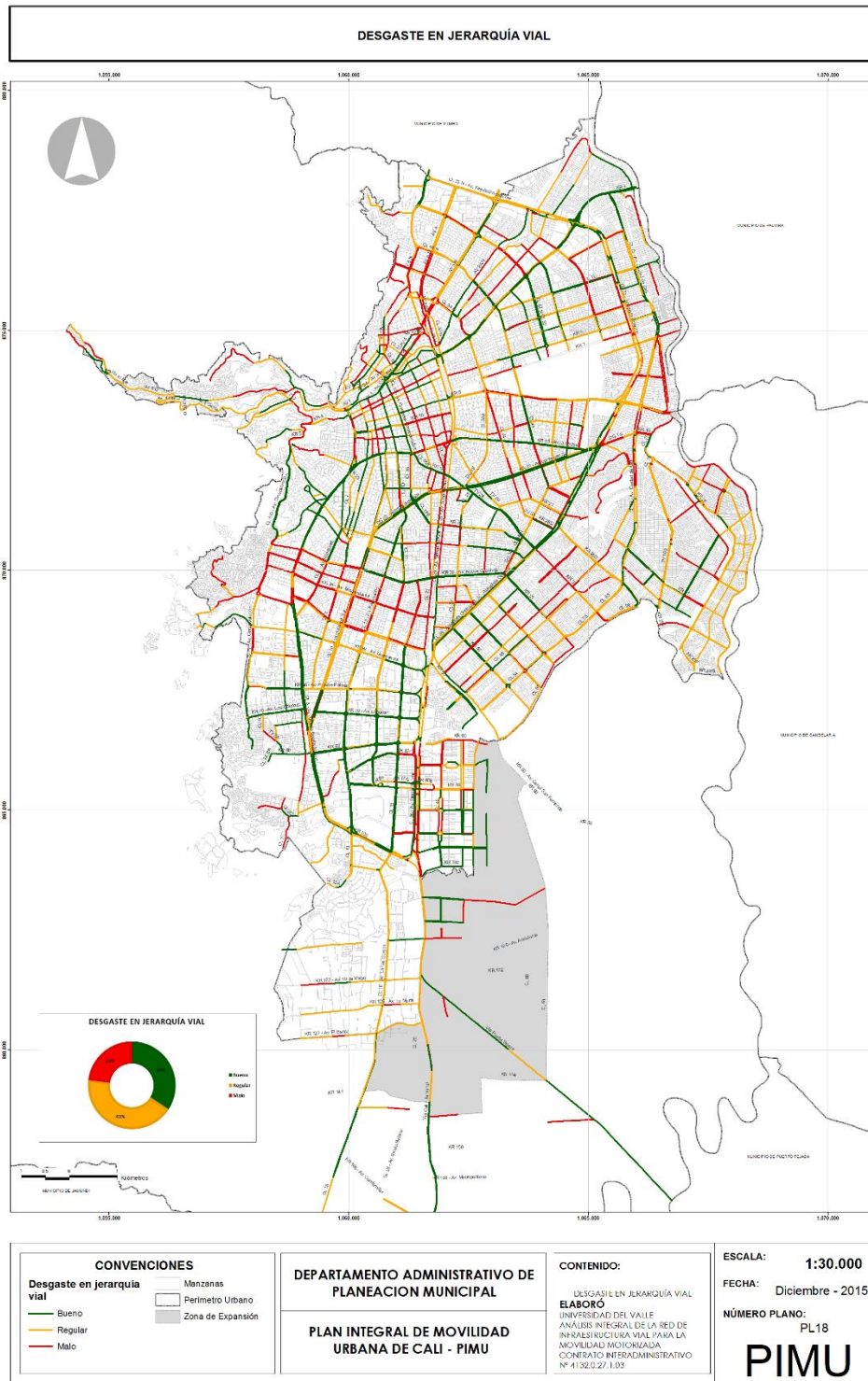


Figura 58 Plano PL18 - Desgaste en jerarquía vial

1.6.3.20 Valoración del desgaste superficial de la capa de rodadura según la Unidad de Planificación Urbana

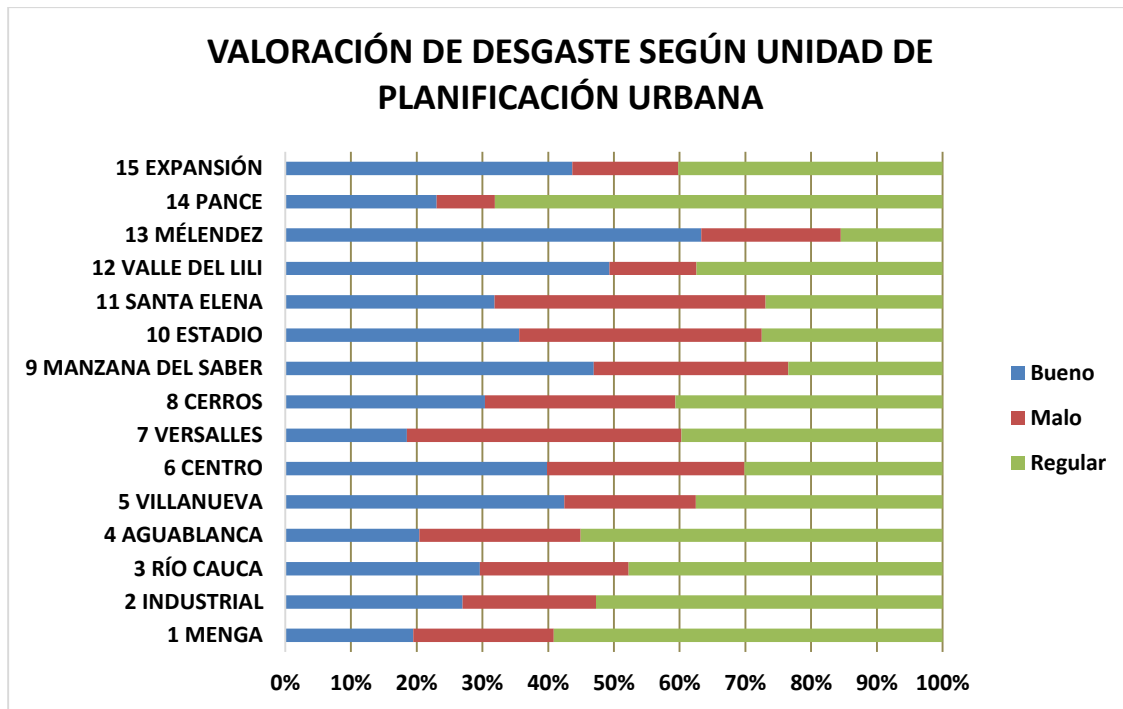


Figura 59 Valoración del desgaste superficial de la capa de rodadura según la Unidad de Planificación Urbana

Tabla 15 Valoración del desgaste superficial de la capa de rodadura según la Unidad de Planificación Urbana

UPU	Presencia y valoración de Desgaste (Longitud en Km)			
	Buena	Mala	Regular	Total general
1 MENGA	9,30	10,20	28,26	47,75
2 INDUSTRIAL	24,75	18,59	48,35	91,69
3 RÍO CAUCA	13,33	10,18	21,48	44,99
4 AGUABLANCA	32,05	38,49	86,43	156,97
5 VILLANUEVA	52,47	24,70	46,41	123,58
6 CENTRO	15,25	11,50	11,55	38,30
7 VERSALLES	5,23	11,80	11,23	28,26
8 CERROS	8,19	7,80	10,96	26,95
9 MANZANA DEL SABER	7,75	4,88	3,88	16,51
10 ESTADIO	27,87	28,92	21,52	78,32
11 SANTA ELENA	13,83	17,92	11,70	43,45
12 VALLE DEL LILI	69,99	18,78	53,16	141,92

13 MÉLENDEZ	10,83	3,63	2,65	17,12
14 PANCE	7,75	2,98	22,91	33,64
15 EXPANSIÓN	12,81	4,73	11,80	29,34
Total general	311,40	215,10	392,29	934,17

1.6.3.21 Valoración del desgaste superficial de la capa de rodadura en vía arteria principal

En las vías arterias principales del área de estudio inventariada, el 39% (174.62 Km) presenta un estado Bueno al valorar el porcentaje de desgaste del tramo, el 46% (206.22 Km) presenta un estado Regular, y el 15% (67.23 Km) un estado Malo.

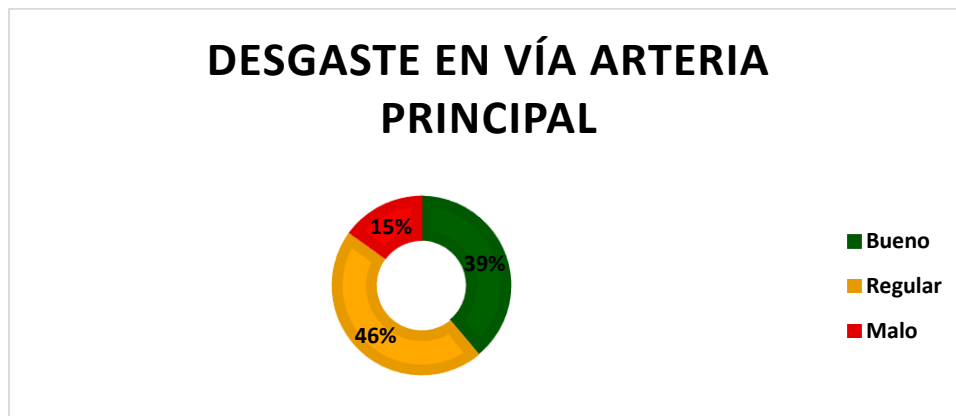


Figura 60 Valoración del desgaste superficial de la capa de rodadura en vías arterias principales
Geográficamente se puede observar estos resultados en el plano anexo PL19.

1.6.3.22 Valoración del desgaste superficial de la capa de rodadura en vía arteria secundaria

En las vías arterias secundarias del área de estudio inventariada, el 36% (98.14 Km) presenta un estado Bueno al valorar el porcentaje de desgaste del tramo, el 41% (111 Km) presenta un estado Regular, y el 23% (60.63 Km) un estado Malo.

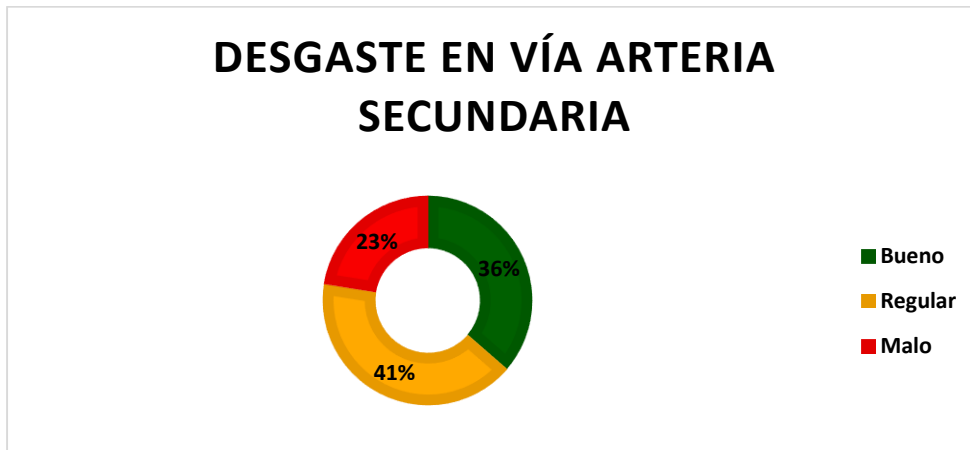


Figura 61 Valoración del desgaste superficial de la capa de rodadura en vías arterias secundarias
Geográficamente se puede observar estos resultados en el plano anexo PL20.

1.6.3.23 Valoración del desgaste superficial de la capa de rodadura en vía colectora

En las vías colectoras del área de estudio inventariada, el 22% (47.74 Km) presenta un estado Bueno al valorar el porcentaje de desgaste del tramo, el 39% (84.33 Km) presenta un estado Regular, y el 39% (85.10 Km) un estado Malo.

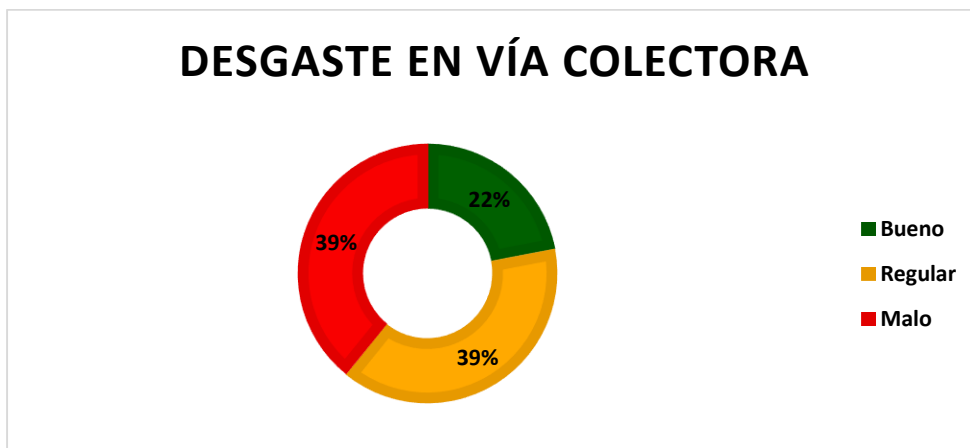


Figura 62 Valoración del desgaste superficial de la capa de rodadura en vías colectoras
Geográficamente se puede observar estos resultados en el plano anexo PL21.

1.6.3.24 Valoración del desgaste superficial de la capa de rodadura en vía local de interés

En las vías locales de interés del área de estudio inventariada, el 30% (3.06 Km) presenta un estado Bueno al valorar el porcentaje de desgaste del tramo, el 34% (3.47 Km) presenta un estado Regular, y el 36% (3.68 Km) un estado Malo.

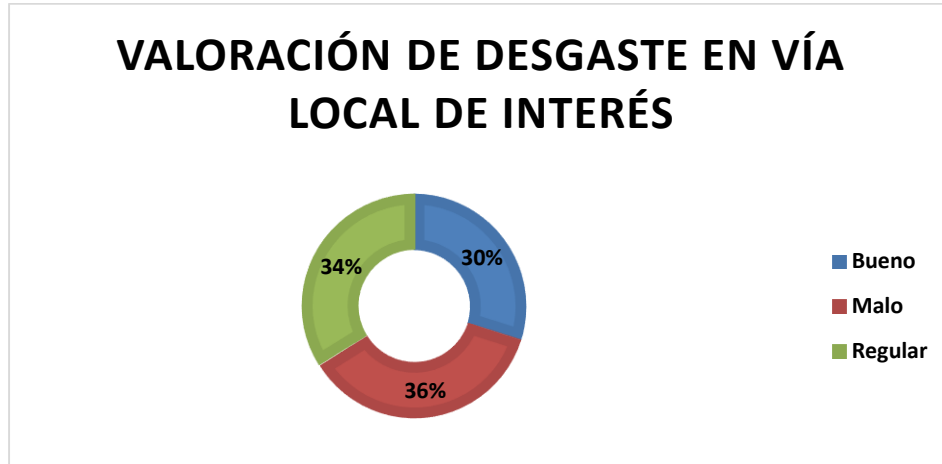


Figura 63 Valoración del desgaste superficial de la capa de rodadura en vías locales de interés

1.6.3.25 Presencia y valoración de piel de cocodrilo en jerarquía vial

De acuerdo con los criterios de clasificación para porcentaje de piel de cocodrilo del tramo, se tiene que el 67% (633.65 Km) presenta una valoración Buena, el 20% (189.82 Km) Regular y el 13% (125.44 Km) Mala.

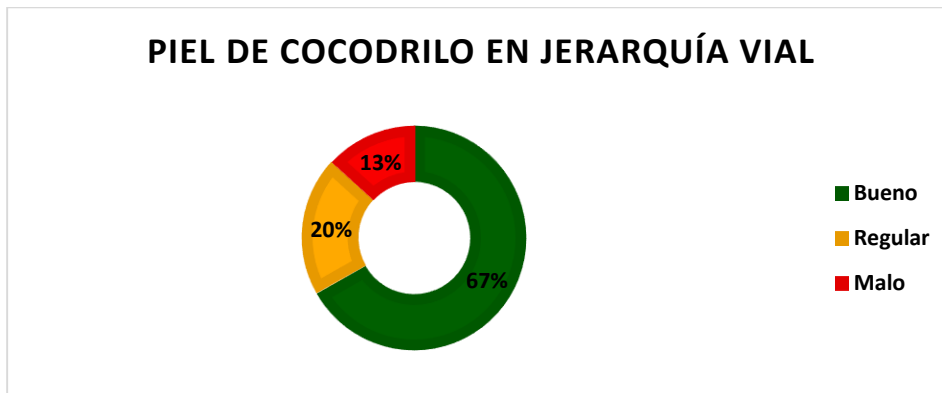


Figura 64 Presencia y valoración de Piel de cocodrilo en jerarquía vial

Geográficamente se puede observar estos resultados en el plano anexo PL22.

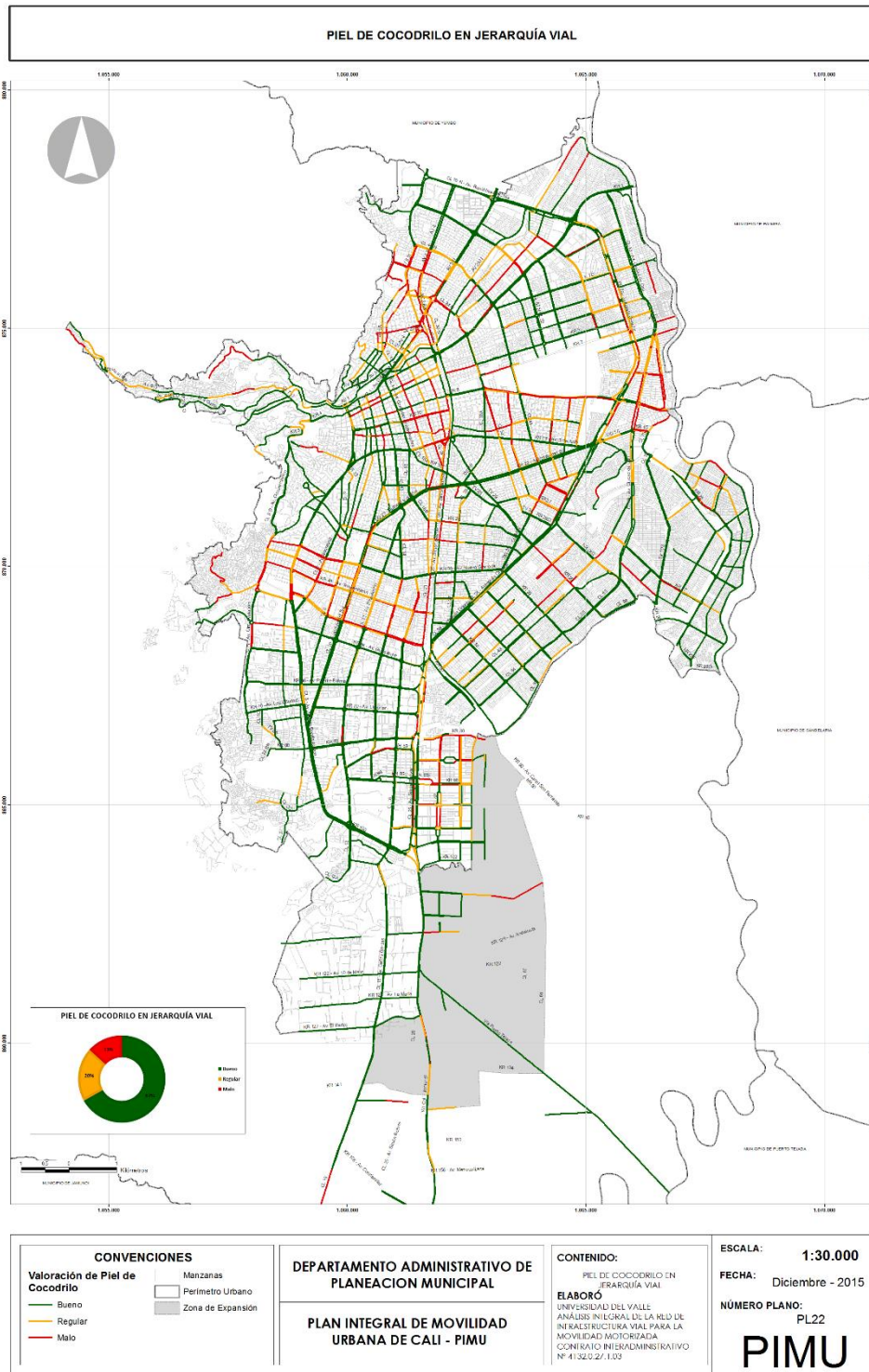


Figura 65 Plano PL22 - Piel de cocodrilo en jerarquía vial

1.6.3.26 Presencia y valoración de piel de cocodrilo según la Unidad de Planificación Urbana

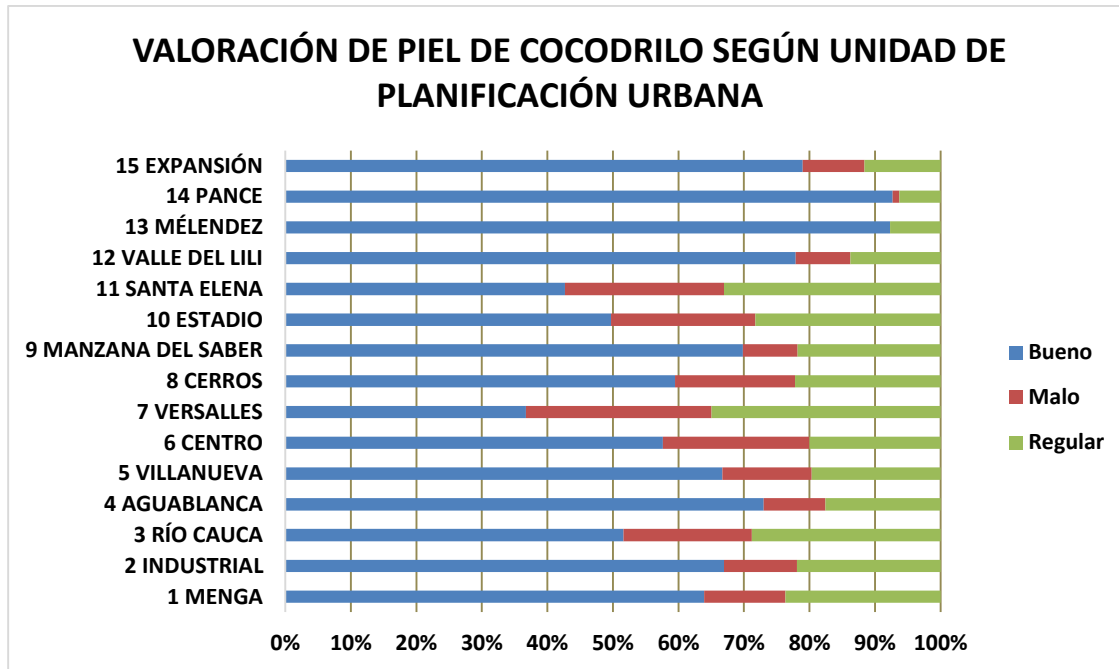


Figura 66 Presencia y valoración de piel de cocodrilo según la Unidad de Planificación Urbana

Tabla 16 Presencia y valoración de piel de cocodrilo según la Unidad de Planificación Urbana

UPU	Presencia y valoración de Desgaste (Longitud en Km)			
	Bueno	Malo	Regular	Total general
1 MENGA	30,52	5,93	11,30	47,75
2 INDUSTRIAL	61,38	10,22	20,08	91,69
3 RÍO CAUCA	23,22	8,82	12,95	44,99
4 AGUABLANCA	114,57	14,80	27,61	156,97
5 VILLANUEVA	82,45	16,83	24,30	123,58
6 CENTRO	22,06	8,57	7,67	38,30
7 VERSALLES	10,37	8,01	9,88	28,26
8 CERROS	16,03	4,94	5,99	26,95
9 MANZANA DEL SABER	11,53	1,37	3,60	16,51
10 ESTADIO	38,94	17,25	22,13	78,32
11 SANTA ELENA	18,55	10,55	14,35	43,45
12 VALLE DEL LILI	110,53	11,90	19,50	141,92
13 MÉLENDEZ	15,80	0,00	1,32	17,12

14 PANCE	31,17	0,35	2,11	33,64
15 EXPANSIÓN	23,16	2,77	3,41	29,34
Total general	610,30	122,30	186,19	934,17

1.6.3.27 Presencia y valoración de piel de cocodrilo en vía arteria principal

En las vías arterias principales del área de estudio inventariada, el 72% (323.85 Km) presenta un estado Bueno al valorar el porcentaje de piel de cocodrilo del tramo, el 18% (79.29 Km) presenta un estado Regular, y el 10% (44.93 Km) un estado Malo.

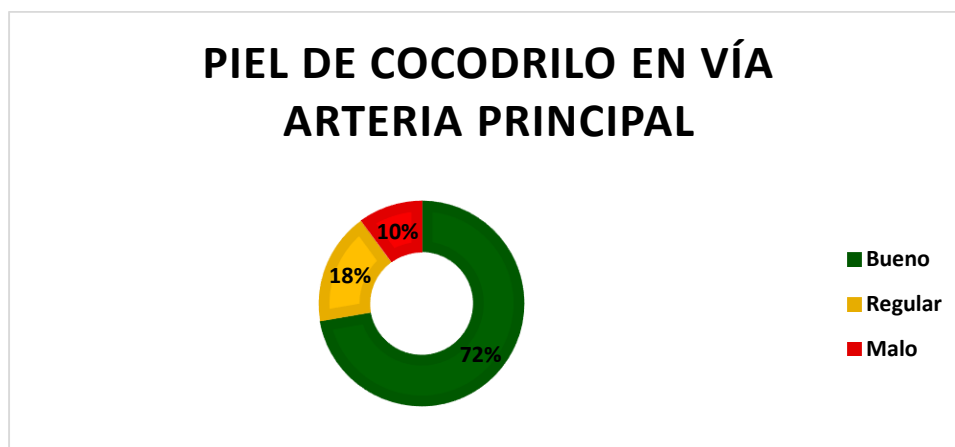


Figura 67 Presencia y valoración de Piel de cocodrilo en vías arterias principales

Geográficamente se puede observar estos resultados en el plano anexo PL23.

1.6.3.28 Presencia y valoración de piel de cocodrilo en vía arteria secundaria

En las vías arterias secundarias del área de estudio inventariada, el 68% (184.67 Km) presenta un estado Bueno al valorar el porcentaje de piel de cocodrilo del tramo, el 19% (50.11 Km) presenta un estado Regular, y el 13% (35.98 Km) un estado Malo.

PIEL DE COCODRILO EN VÍA ARTERIA SECUNDARIA



Figura 68 Presencia y valoración de Piel de cocodrilo en vías arterias secundarias

Geográficamente se puede observar estos resultados en el plano anexo PL24.

1.6.3.29 Presencia y valoración de piel de cocodrilo en vía colectora

En las vías colectoras del área de estudio inventariada, el 54% (117.98 Km) presenta un estado Bueno al valorar el porcentaje de piel de cocodrilo del tramo, el 26% (56.94 Km) presenta un estado Regular, y el 20% (42.24 Km) un estado Malo.

PIEL DE COCODRILO EN VÍA COLECTORA



Figura 69 Presencia y valoración de Piel de cocodrilo en vías colectoras

Geográficamente se puede observar estos resultados en el plano anexo PL25.

1.6.3.30 Presencia y valoración de piel de cocodrilo en vía local de interés

En las vías locales de interés del área de estudio inventariada, el 59% (6.03 Km) presenta un estado Bueno al valorar el porcentaje de piel de cocodrilo del tramo, el 25% (2.55 Km) presenta un estado Regular, y el 16% (1.63 Km) un estado Malo.



Figura 70 Presencia y valoración de Piel de cocodrilo en vías locales de interés

1.6.4 Estado superficial de la capa de rodadura (Estado de la Infraestructura)

Del área de estudio inventariada el 27% (266.56 Km) presenta un estado superficial de la capa de rodadura Bueno al valorar las 5 variables o características identificadas (Baches, Grietas, Parches, Desgaste y Piel de Cocodrilo), el 59% (576.95 Km) presenta un estado superficial de la capa de rodadura Regular, el 11% (105.40 Km) como estado Malo y el 3% (26.11 Km) sin pavimento.

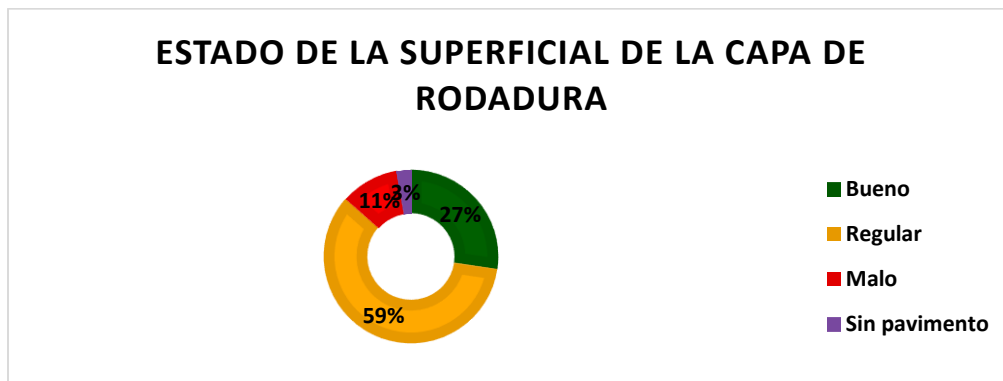


Figura 71 Estado superficial de la capa de rodadura (Estado de la infraestructura)

Geográficamente se puede observar estos resultados en el plano anexo PL26.

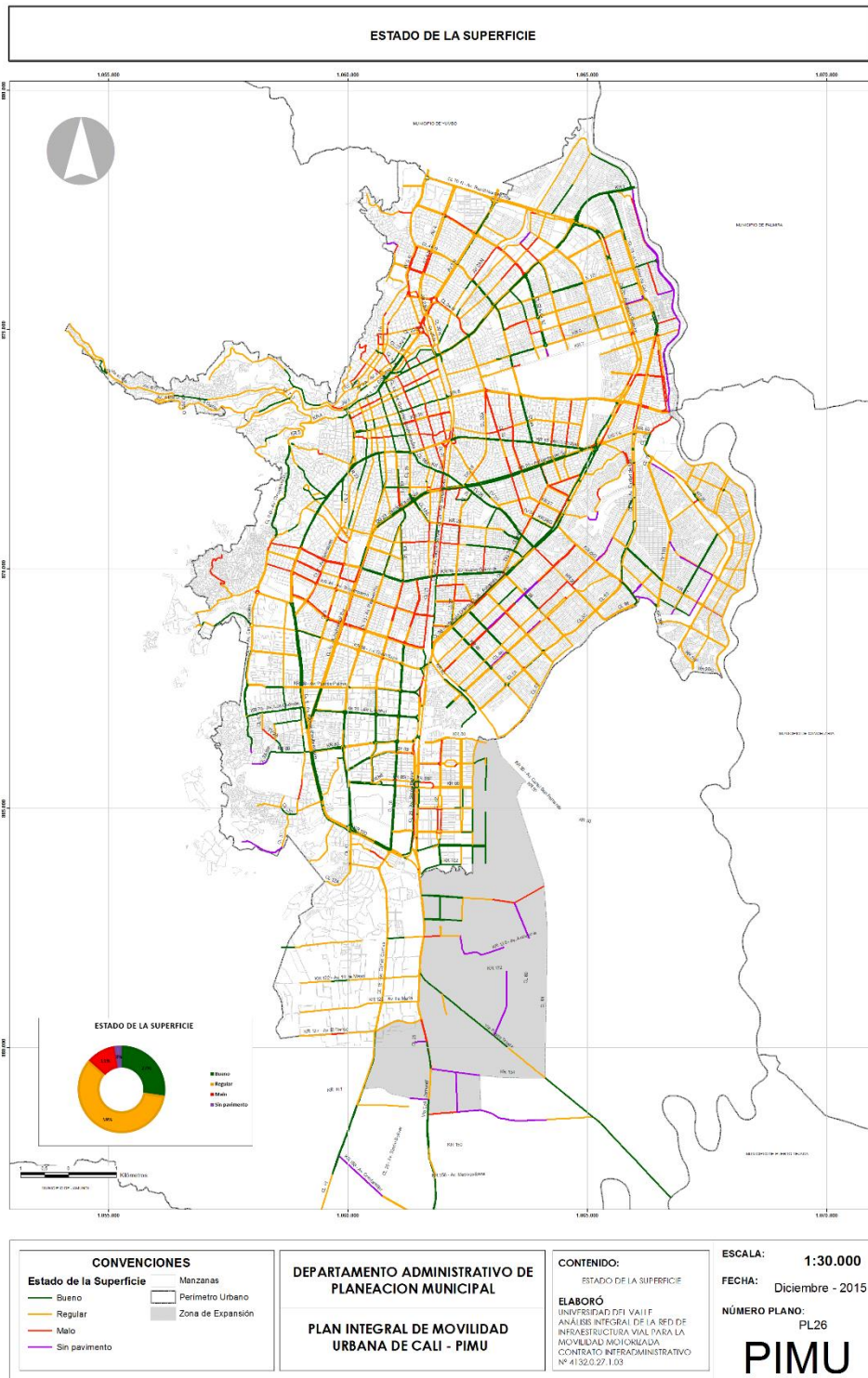


Figura 72 Plano PL26 - Estado de la superficie

1.6.4.1 Estado superficial de la capa de rodadura (Estado de Infraestructura) en jerarquía vial

De acuerdo con los criterios de clasificación valorados en el estado superficial de la capa de rodadura según la jerarquía vial, se tiene que el 59% de las vías arterias principales, el 27% de las vías arteria secundarias, el 13% de las vías colectoras y un 1% de las vías locales de interés, presentan un estado Bueno. El 45% de las vías arterias principales, el 30% de las vías arteria secundarias, el 24% de las vías colectoras y un 1% de las vías locales de interés, presentan un estado Regular. Y finalmente el 29% de las vías arterias principales, el 32% de las vías arteria secundarias, el 36% de las vías colectoras y un 3% de las vías locales de interés, presentan un estado Malo.

El 7% de las vías arterias principales, el 33% de las vías arteria secundarias, el 60% de las vías colectoras, presenta características sin pavimento.

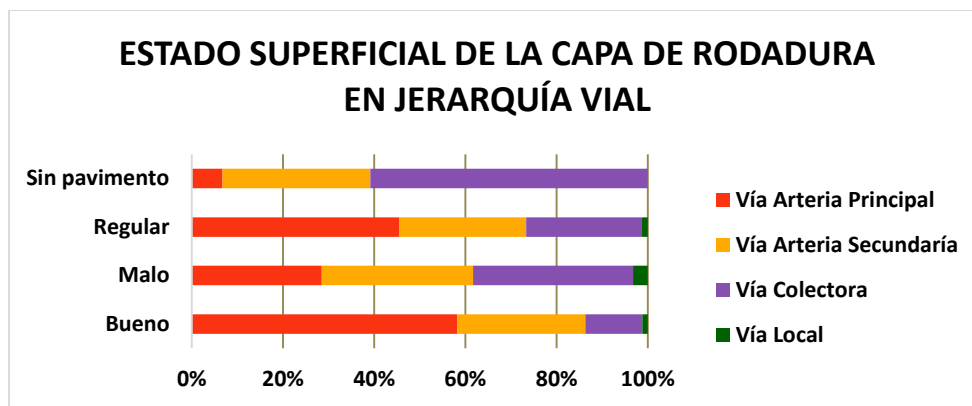


Figura 73 Estado superficial de la capa de rodadura (Estado de Infraestructura) según la jerarquía vial

Tabla 17 Estado superficial de la capa de rodadura (Estado de Infraestructura) según la jerarquía vial

Estado Superficial de la Capa de Rodadura	Longitud en Km				Total general
	Vía Arteria Principal	Vía Arteria Secundaria	Vía Colectora	Vía Local	
Bueno	155,10 (34%)	75,06 (27%)	33,15 (14%)	3,24	266,55
Malo	30,03 (7%)	34,99 (13%)	37,00 (16%)	3,40	105,41
Regular	262,75 (58%)	160,36 (58%)	146,57 (63%)	7,26	576,95
Sin pavimento	1,73 (0.38%)	8,32 (3%)	15,60 (7%)	0,00	25,65
Total general	449,62	278,73	232,32	13,90	974

1.6.4.2 Estado superficial de la capa de rodadura (Estado de Infraestructura) según la Unidad de Planificación Urbana

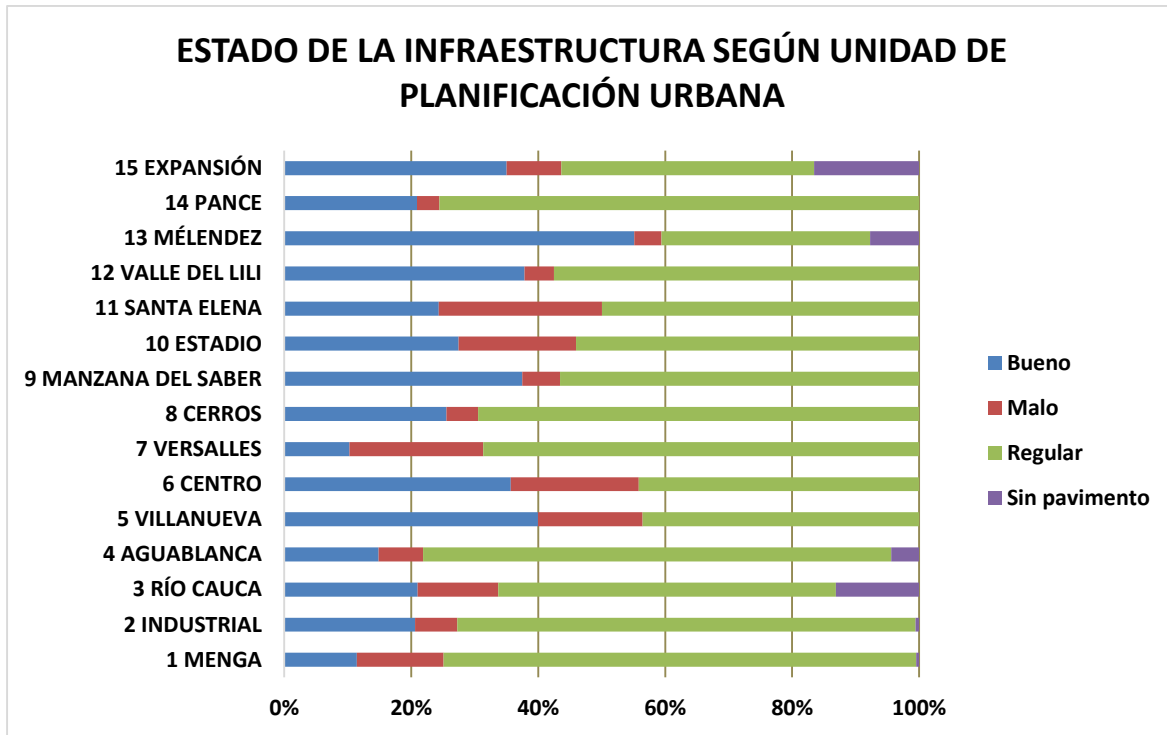


Figura 74 Estado superficial de la capa de rodadura (Estado de Infraestructura) según la Unidad de Planificación Urbana

Tabla 18 Estado superficial de la capa de rodadura (Estado de Infraestructura) según la Unidad de Planificación Urbana

UPU	Estado superficial de la capa de rodadura (Longitud en Km)				Total general
	Bueno	Malo	Regular	Sin Pavimento	
1 MENGA	5,48	6,54	35,73	0,22	47,97
2 INDUSTRIAL	18,98	6,15	66,56	0,49	92,19
3 RÍO CAUCA	10,88	6,59	27,52	6,78	51,77
4 AGUABLANCA	24,39	11,51	121,07	7,17	164,14
5 VILLANUEVA	49,36	20,40	53,82	0,00	123,58
6 CENTRO	13,66	7,73	16,91	0,00	38,30
7 VERSALLES	2,91	5,95	19,40	0,00	28,26
8 CERROS	6,89	1,34	18,72	0,00	26,95
9 MANZANA DEL	6,19	0,99	9,33	0,00	16,51

SABER					
10 ESTADIO	21,52	14,49	42,30	0,00	78,32
11 SANTA ELENA	10,56	11,19	21,70	0,00	43,45
12 VALLE DEL LILI	53,70	6,60	81,62	0,00	141,92
13 MÉLENDEZ	10,23	0,80	6,10	1,43	18,56
14 PANCE	7,03	1,20	25,41	0,00	33,64
15 EXPANSIÓN	12,32	3,03	13,99	5,81	35,15
Total general	254,09	104,51	560,19	21,91	934,17

1.6.4.3 Estado superficial de la capa de rodadura en pavimento flexible

En vías con pavimento flexible del área de estudio inventariada, el 22% (130.98 Km) presenta un estado superficial de la capa de rodadura Bueno al valorar las 5 variables o características identificadas (Baches, Grietas, Parches, Desgaste y Piel de Cocodrilo), el 67% (401.41 Km) presenta un estado Regular, y el 11% (68.33 Km) un estado Malo.

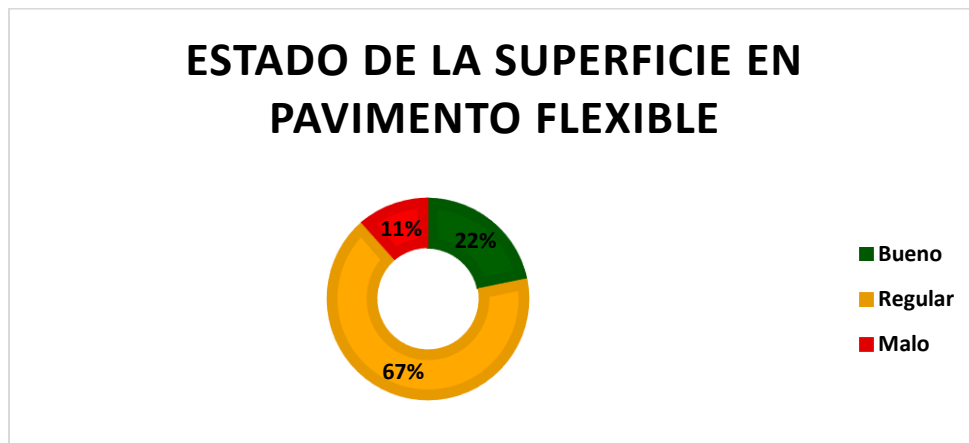


Figura 75 Estado superficial de la capa de rodadura en pavimento Flexible

Geográficamente se puede observar estos resultados en el plano anexo PL27.

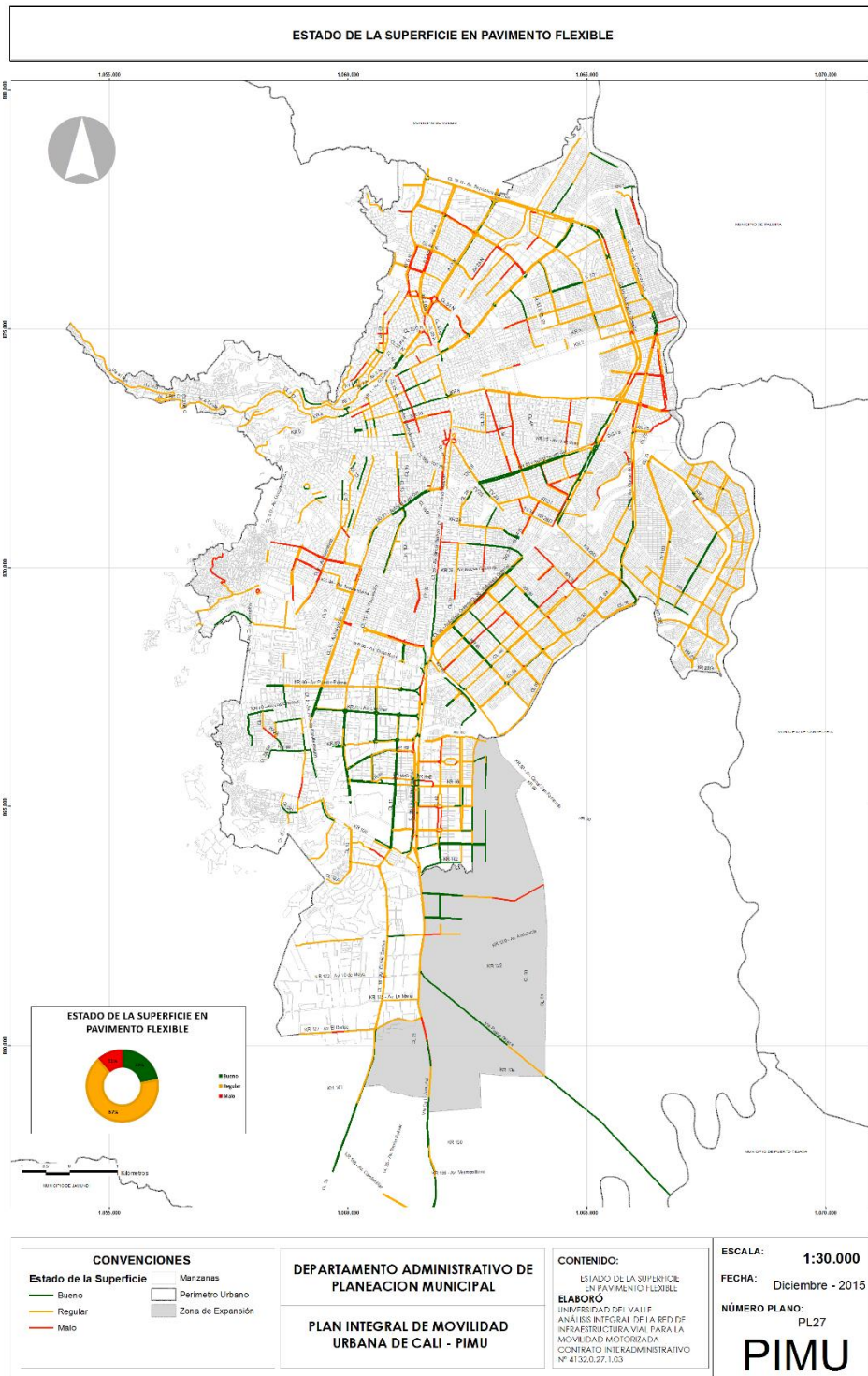


Figura 76 Plano PL27 - Estado de la superficie en pavimento flexible

1.6.4.4 Estado superficial de la capa de rodadura en pavimento rígido

En vías con pavimento rígido del área de estudio inventariada, el 41% (117.64 Km) presenta un estado superficial de la capa de rodadura Bueno al valorar las 5 variables o características identificadas (Baches, Grietas, Parches, Desgaste y Piel de Cocodrilo), el 48% (135.73 Km) presenta un estado Regular, y el 11% (30.19 Km) un estado Malo.

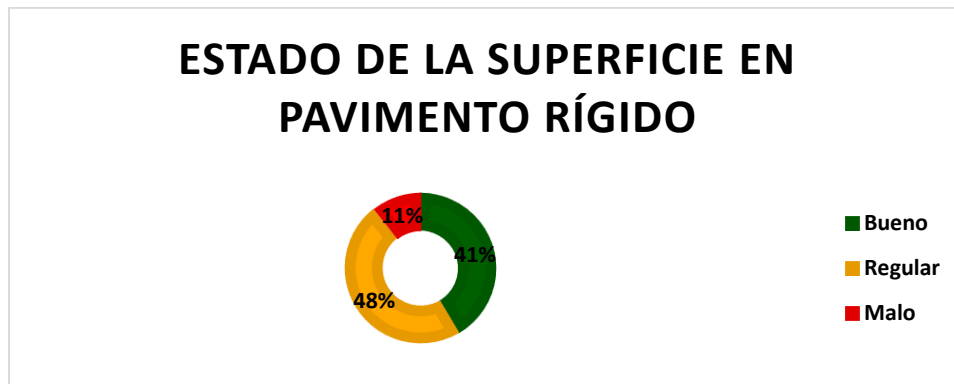


Figura 77 Estado superficial de la capa de rodadura en pavimento Rígido

Geográficamente se puede observar estos resultados en el plano anexo PL28.

1.6.4.5 Estado superficial de la capa de rodadura en pavimento mixto

En vías con pavimento mixto del área de estudio inventariada, el 20% (11.42 Km) presenta un estado superficial de la capa de rodadura Bueno al valorar las 5 variables o características identificadas (Baches, Grietas, Parches, Desgaste y Piel de Cocodrilo), el 68% (39.81 Km) presenta un estado Regular, y el 12% (6.87 Km) un estado Malo.



Figura 78 Estado superficial de la capa de rodadura en pavimento Mixto

Geográficamente se puede observar estos resultados en el plano anexo PL29.

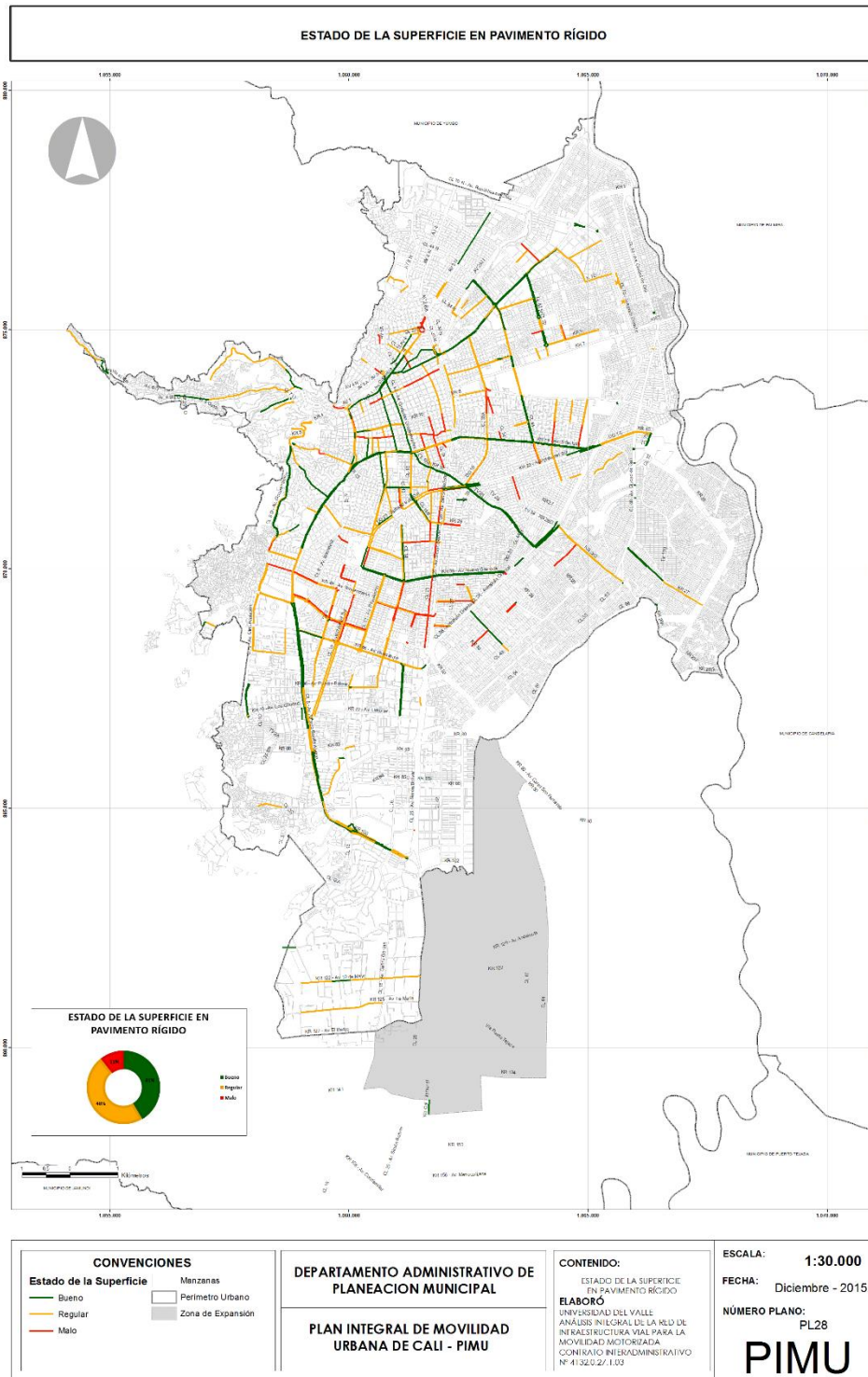


Figura 79 Plano PL28 - Estado de la superficie en pavimento rígido

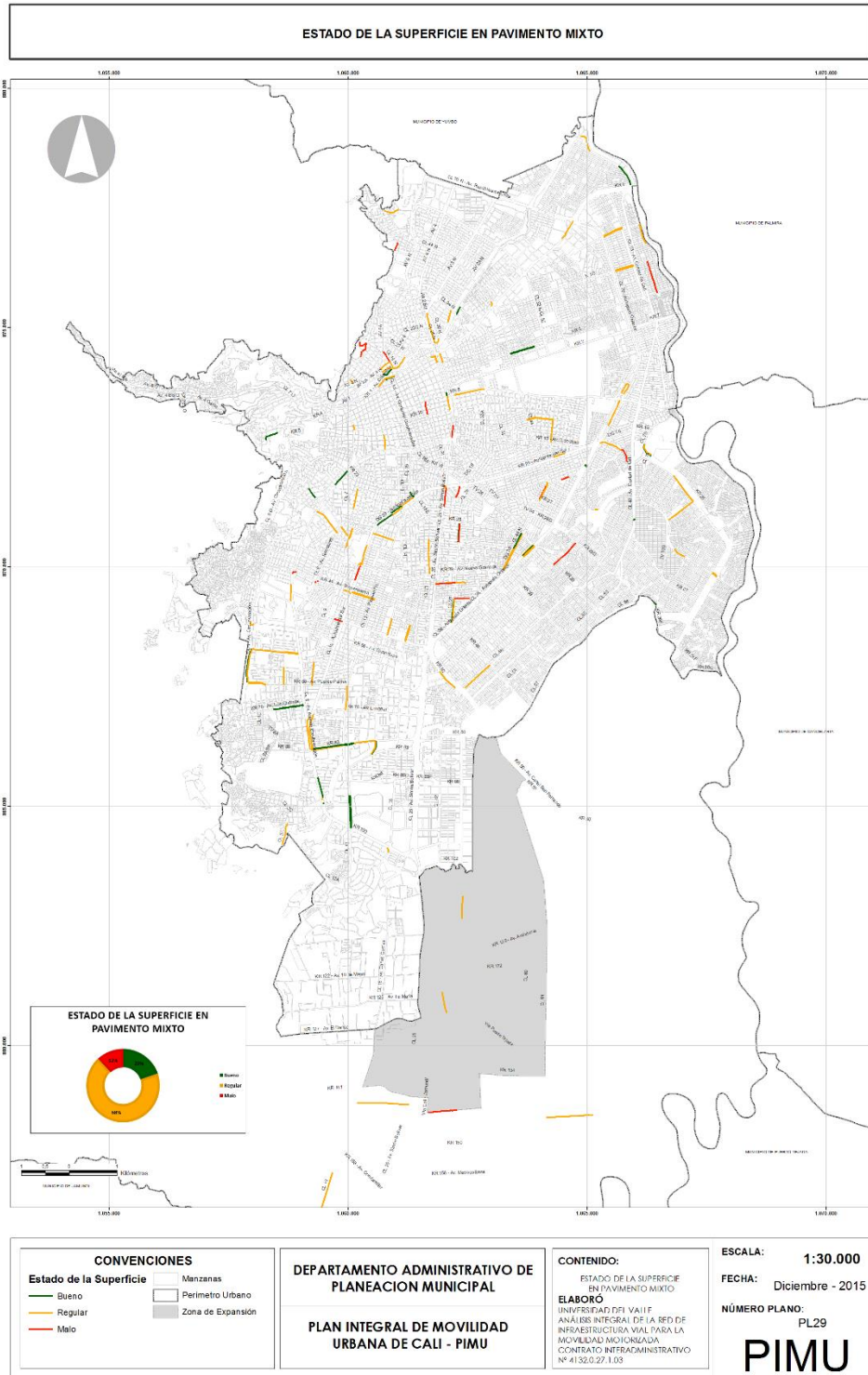


Figura 80 Plano PL29 - Estado de la superficie en pavimento mixto

1.6.4.6 Vías sin pavimento

Del área de estudio inventariada el 3% (26.11 Km) se encuentra sin pavimentar frente al 97% (947.89 Km) de vías pavimentadas.

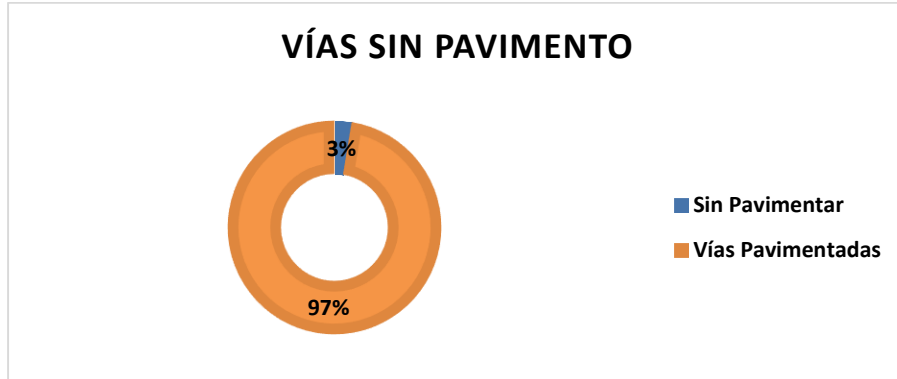


Figura 81 Vías sin pavimento

Geográficamente se puede observar estos resultados en el plano anexo PL30.

1.6.5 Distribución de número de carriles en vía arteria primaria

Nota: Para realizar este análisis se excluyó del grafo los desvíos, retornos, enlaces y/o giros protegidos en intersecciones, con el fin de no alterar los resultados y a solicitud de la interventoría y la supervisión del proyecto.

De acuerdo a la clasificación establecida el 64% (239.92 Km) de las vías arterias principales tienen hasta dos carriles, 31%(116.38 Km) tres carriles y el 5% (17.15 Km) más de tres carriles.

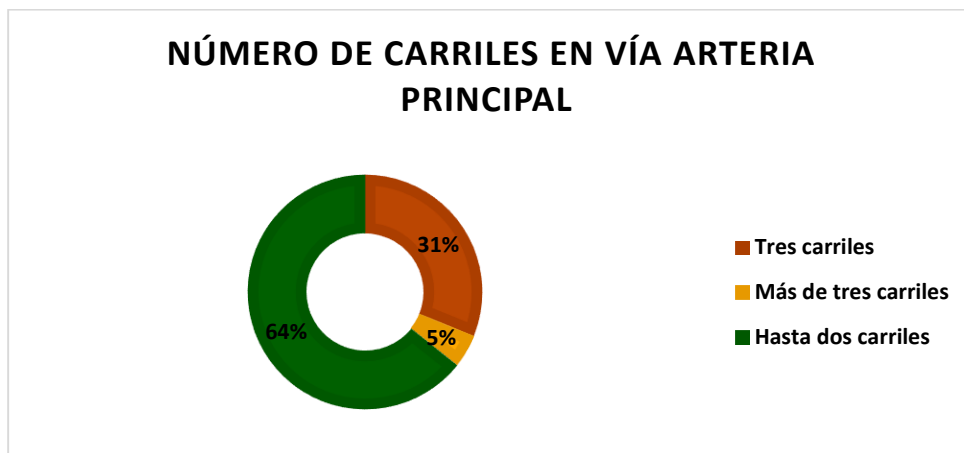


Figura 82 Distribución de número de carriles en vía arteria primaria

Geográficamente se puede observar estos resultados en el plano anexo PL31.

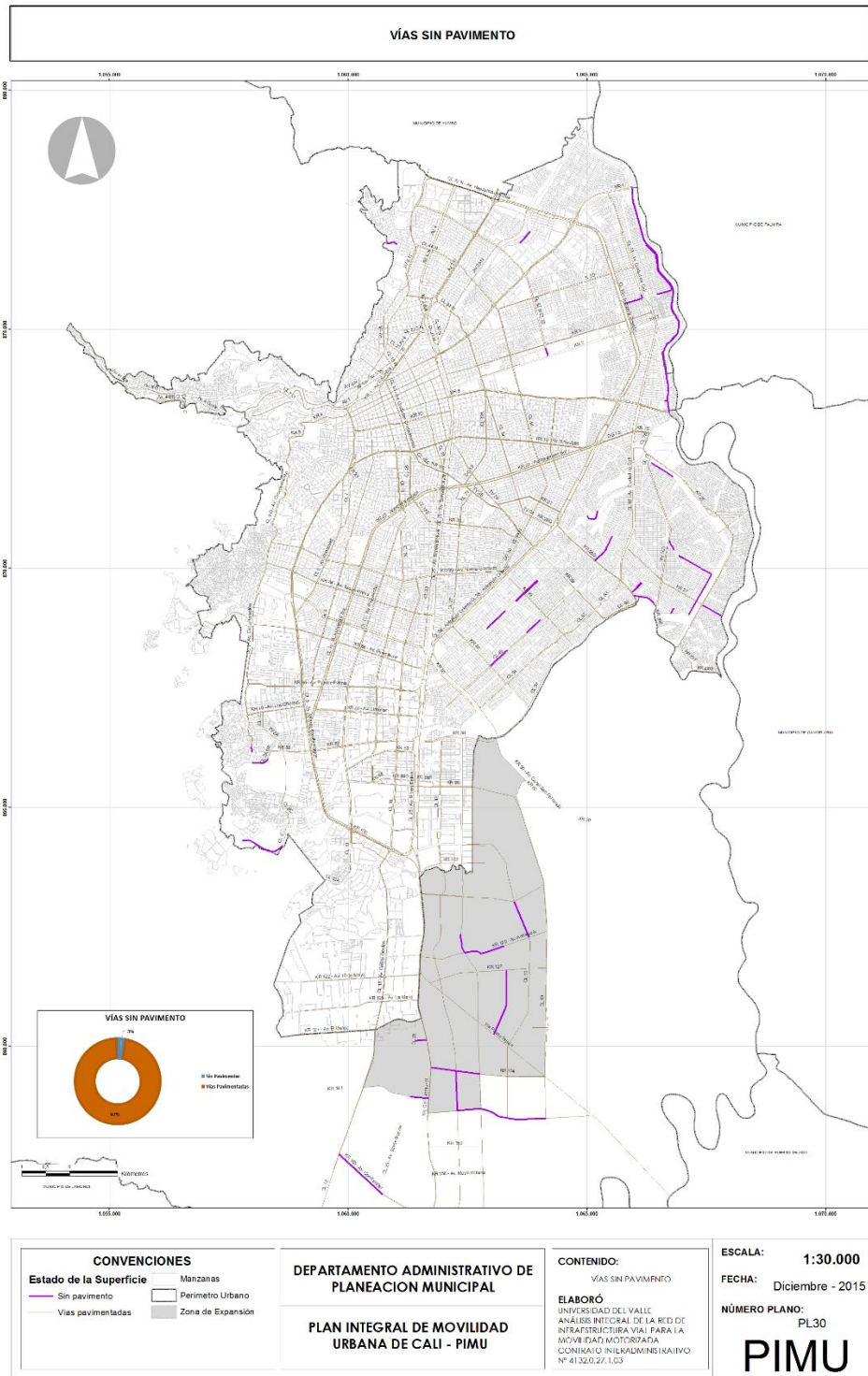


Figura 83 Plano PL30 - Vías sin pavimento

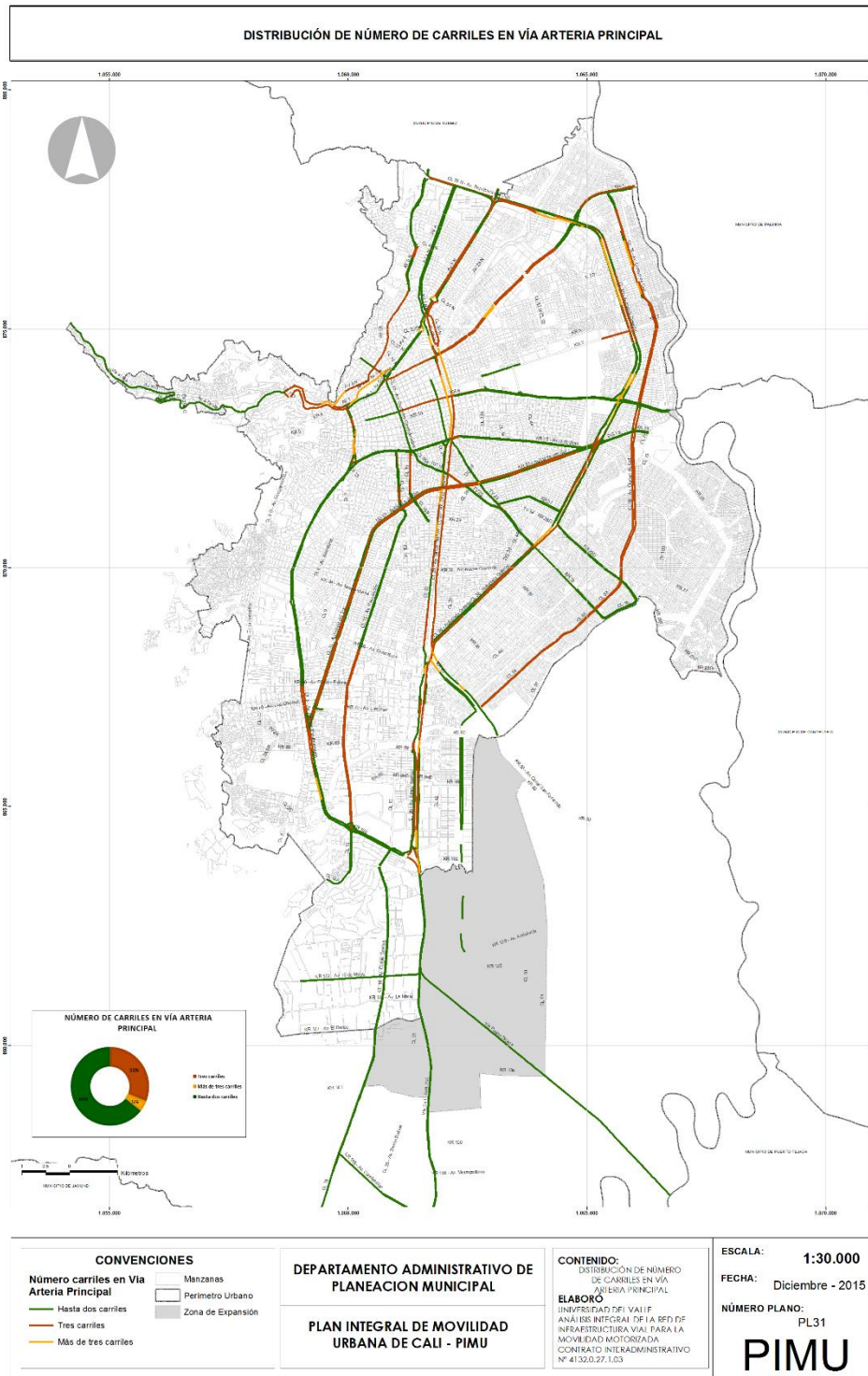


Figura 84 Plano PL31 - Distribución de número de carriles en vía arteria primaria

1.6.6 Distribución de número de carriles en vía arteria secundaria

Nota: Para realizar este análisis se excluyó del grafo los desvíos, retornos, enlaces y/o giros protegidos en intersecciones, con el fin de no alterar los resultados y a solicitud de la interventoría y la supervisión del proyecto.

De acuerdo a la clasificación establecida el 77% (204.62 Km) de las vías arterias secundarias tienen hasta dos carriles, 21% (55.06 Km) tres carriles y el 2% (6.5 Km) más de tres carriles.

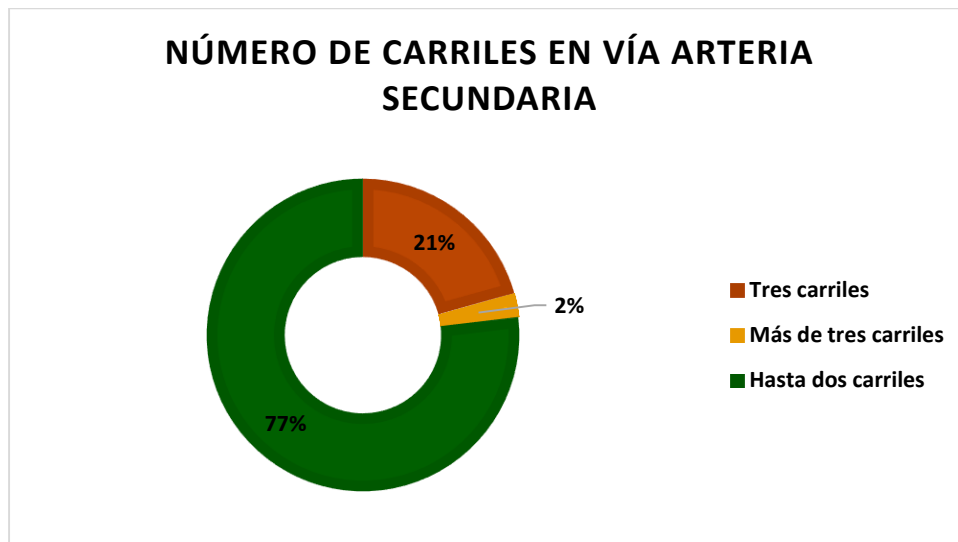


Figura 85 Distribución de número de carriles en vía arteria secundaria

Geográficamente se puede observar estos resultados en el plano anexo PL32.

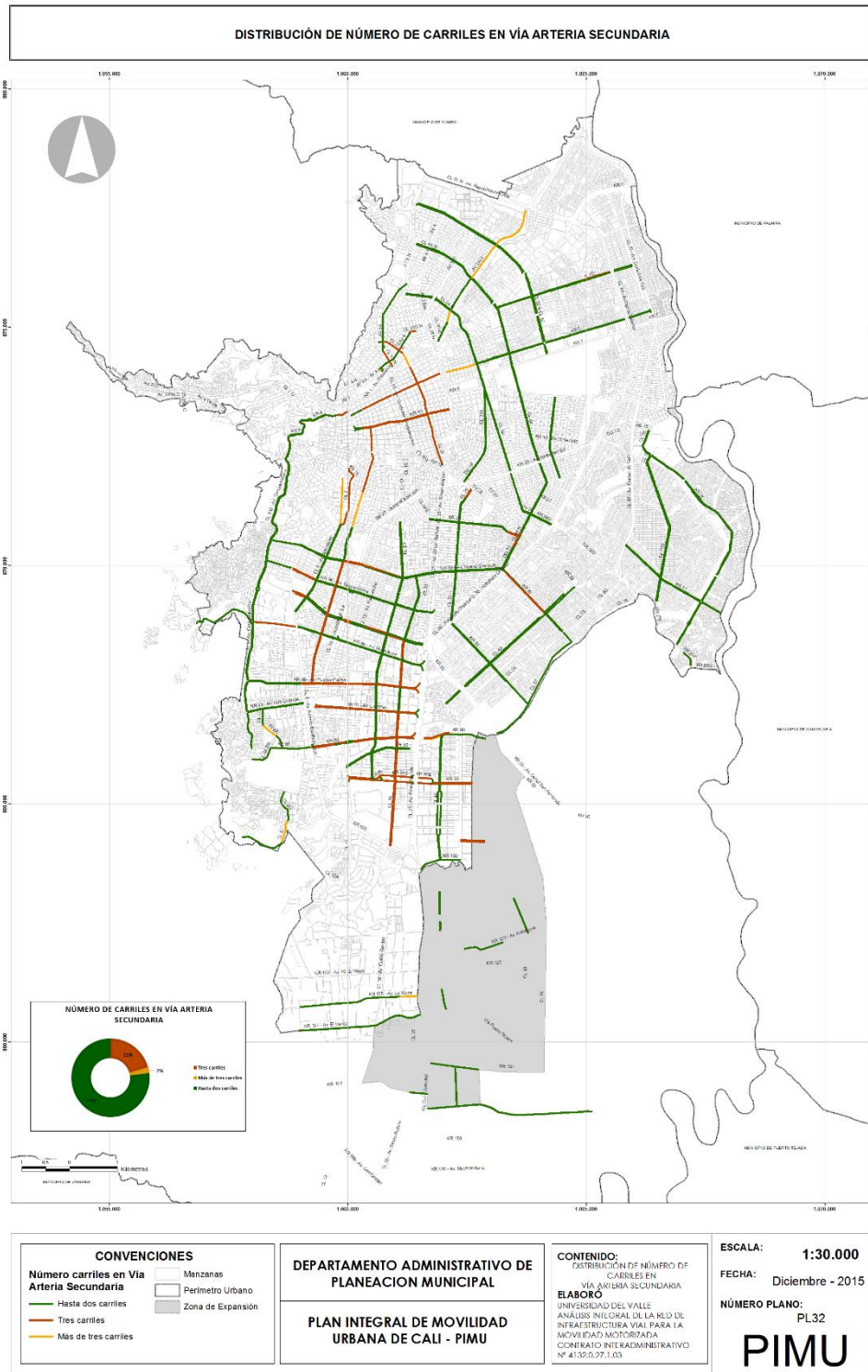


Figura 86 Plano PL32 - Distribución de número de carriles en vía arteria secundaria

1.6.7 Distribución de número de carriles en vía colectora

Nota: Para realizar este análisis se excluyó del grafo los desvíos, retornos, enlaces y/o giros protegidos en intersecciones, con el fin de no alterar los resultados y a solicitud de la interventoría y la supervisión del proyecto.

De acuerdo a la clasificación establecida el 90% (205.50 Km) de las vías colectoras tienen hasta dos carriles, 6% (14.18 Km) tres carriles y el 4% (8.20 Km) más de tres carriles.

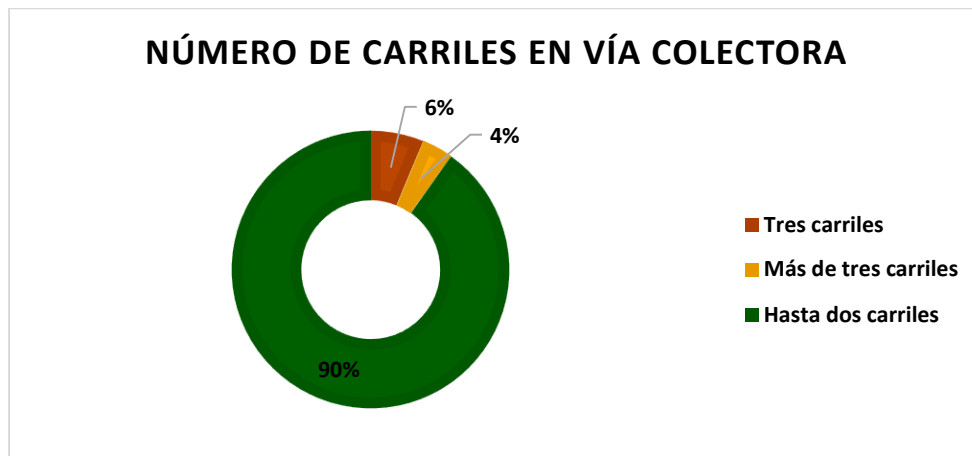


Figura 87 Distribución de número de carriles en vía arteria colectora

Geográficamente se puede observar estos resultados en el plano anexo PL33.

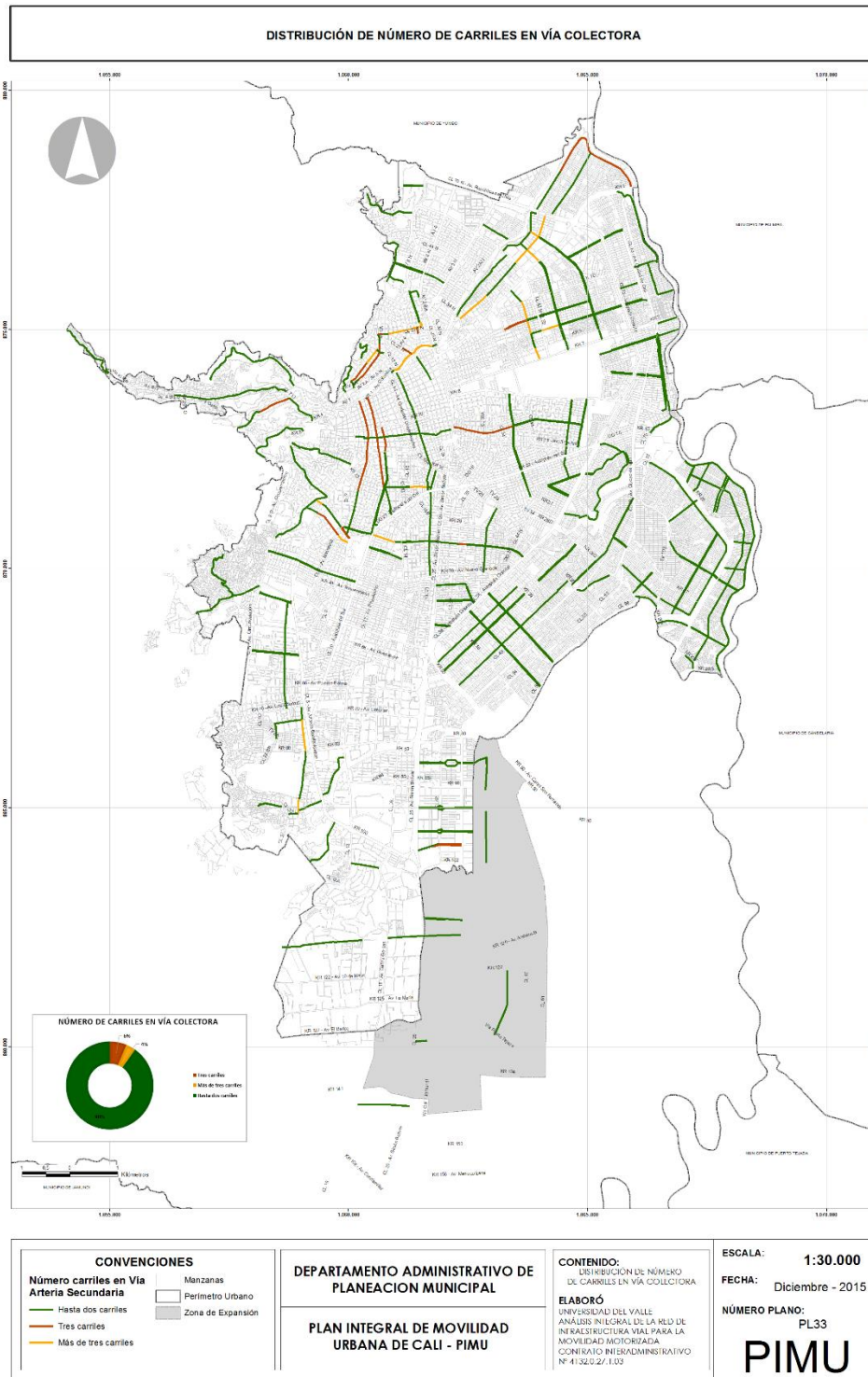


Figura 88 Plano PL33 - Distribución de número de carriles en vía arteria colectora

1.6.8 Distribución de número de carriles en calzada exclusiva de transporte masivo

Nota: Para realizar este análisis se excluyó del grafo los desvíos, retornos, enlaces y/o giros protegidos en intersecciones, con el fin de no alterar los resultados y a solicitud de la interventoría y la supervisión del proyecto. Adicionalmente se filtró los resultados para carriles exclusivos del transporte masivo.

De acuerdo a la clasificación establecida el 73% (44.79 Km) de las calzadas exclusivas de transporte masivo tienen un carril y 27% (16.44 Km) dos carriles.

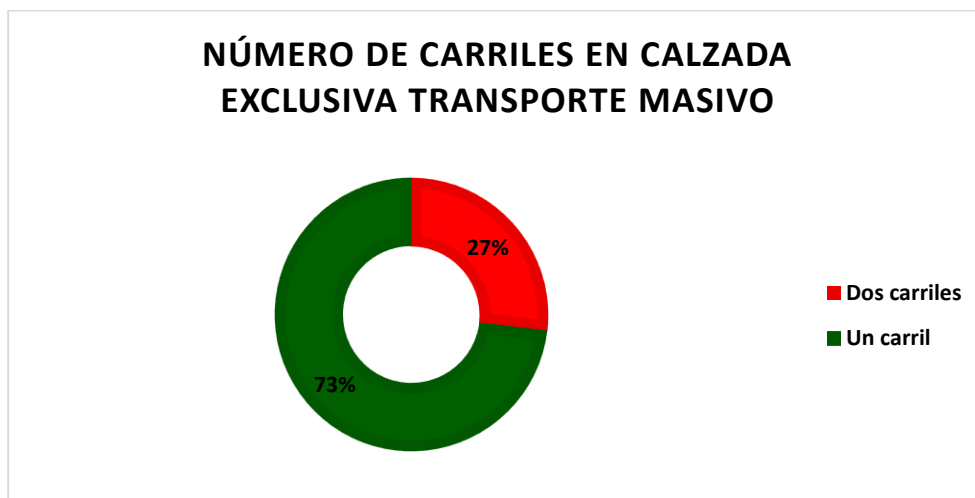


Figura 89 Distribución de número de carriles en calzada exclusiva de transporte masivo

Geográficamente se puede observar estos resultados en el plano anexo PL34.

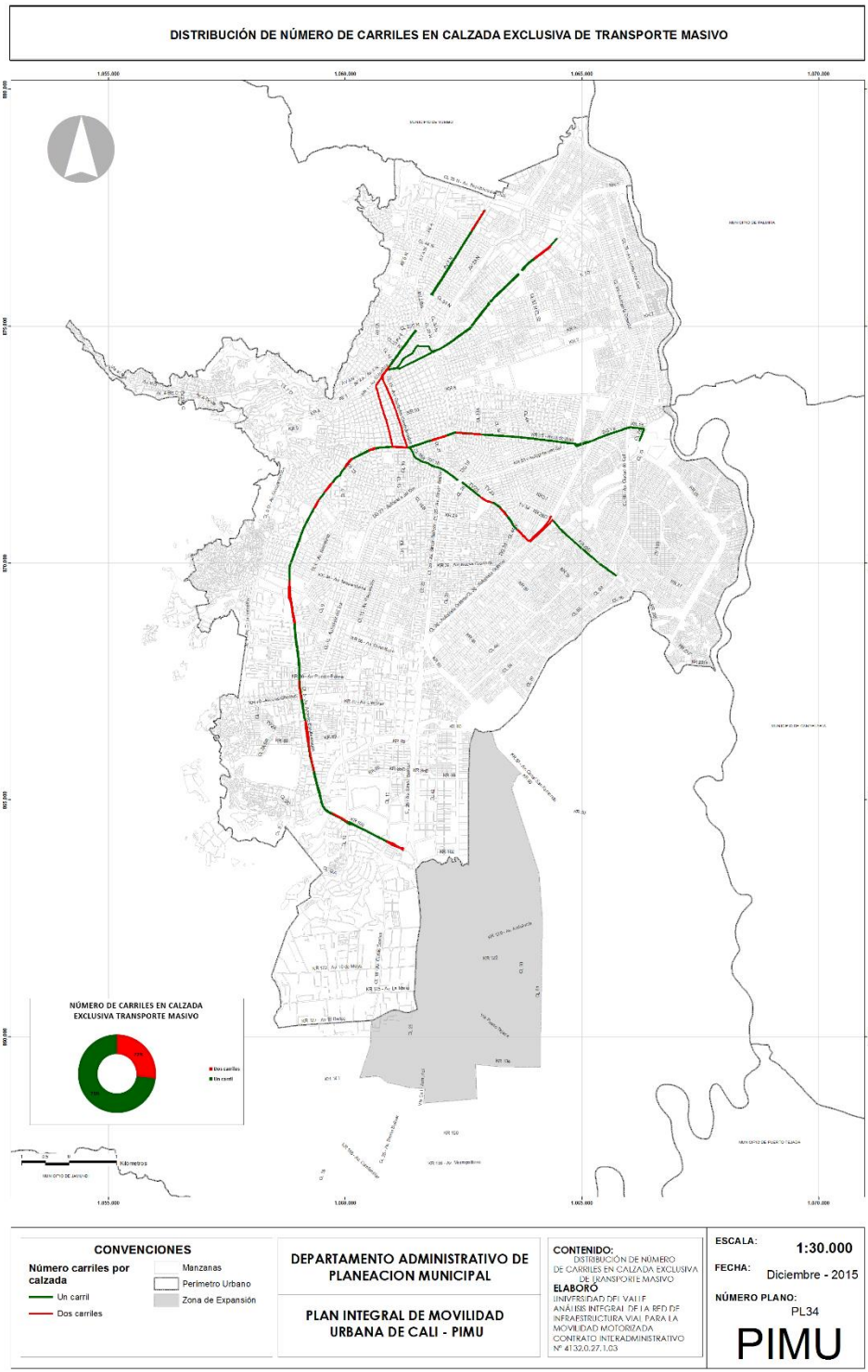


Figura 90 Plano PL34 - Distribución de número de carriles en calzada exclusiva de transporte masivo

1.6.9 Distribución de anchos de calzada en vía arteria principal (Calzadas principales)

Nota: Para realizar este análisis se excluyó del grafo los desvíos, retornos, enlaces y/o giros protegidos en intersecciones, con el fin de no alterar los resultados y a solicitud de la interventoría y la supervisión del proyecto. Adicionalmente se filtró los resultados para el tipo de calzada principal.

De acuerdo a la clasificación establecida el 9% (29.92 Km) de las calzadas principales en vías arterias primarias se tienen entre tres y seis metros, el 50% (157.16 Km) entre seis y nueve metros, el 36% (112.78 Km) entre nueve y doce metros y 5% (15.35 Km) mayores a doce metros.

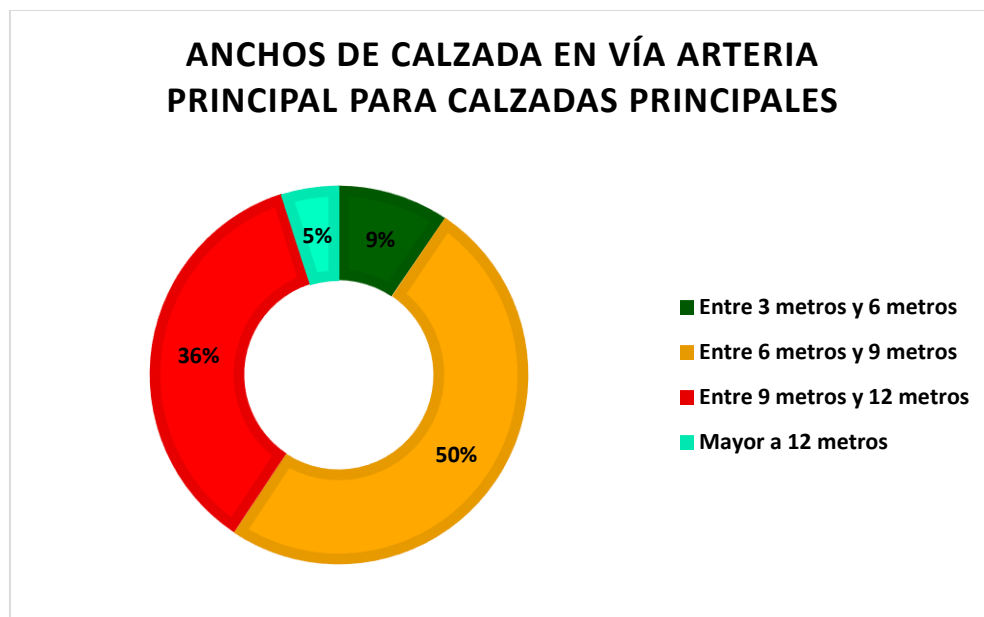


Figura 91 Distribución de anchos de calzada en vía arteria principal para calzadas principales
Geográficamente se puede observar estos resultados en el plano anexo PL35.

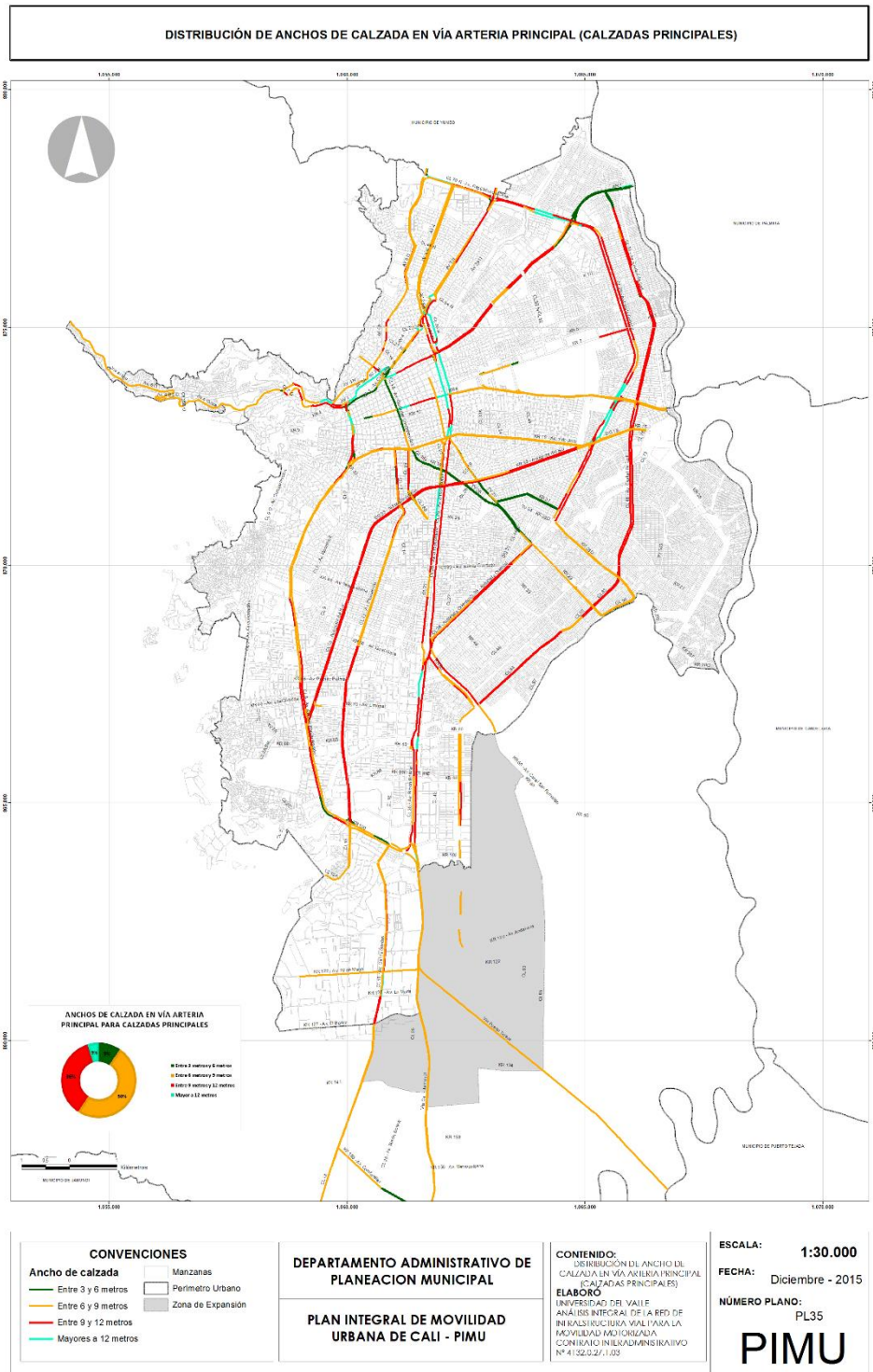


Figura 92 Plano PL35 - Distribución de anchos de calzada en vía arteria principal para calzadas principales

1.6.10 Distribución de anchos de calzada en vía arteria principal (Calzadas auxiliares y/o de servicio)

Nota: Para realizar este análisis se excluyó del grafo los desvíos, retornos, enlaces y giros protegidos en intersecciones con el fin de no alterar los resultados y a solicitud de la interventoría y la supervisión del proyecto. Adicionalmente se filtró los resultados para el tipo de calzada auxiliar.

De acuerdo a la clasificación establecida el 17% (9.84 Km) de las calzadas auxiliares en vías arterias primarias se tienen entre tres y seis metros, el 83% (48.39 Km) mayores a 6 metros.

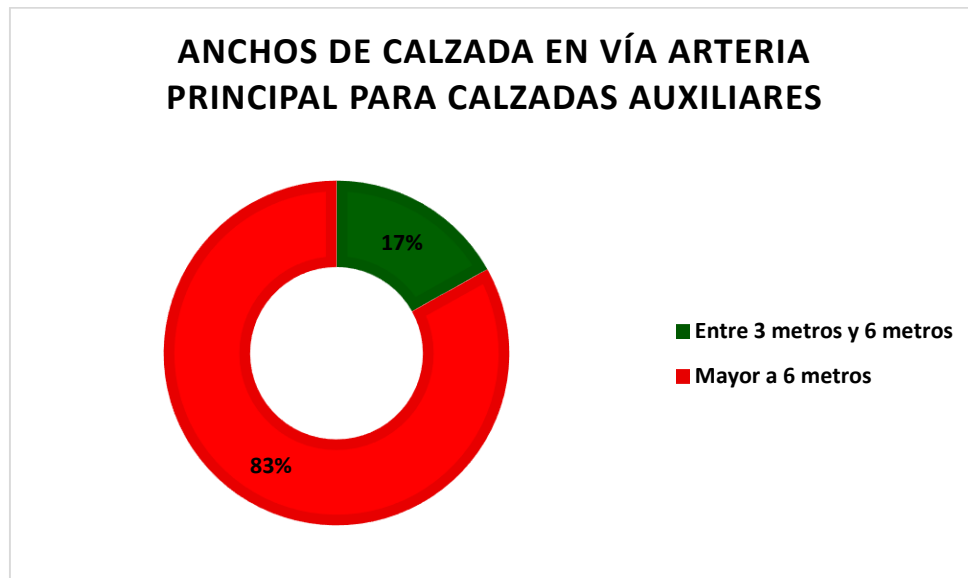


Figura 93 Distribución de anchos de calzada en vía arteria principal para calzadas auxiliares
Geográficamente se puede observar estos resultados en el plano anexo PL36.

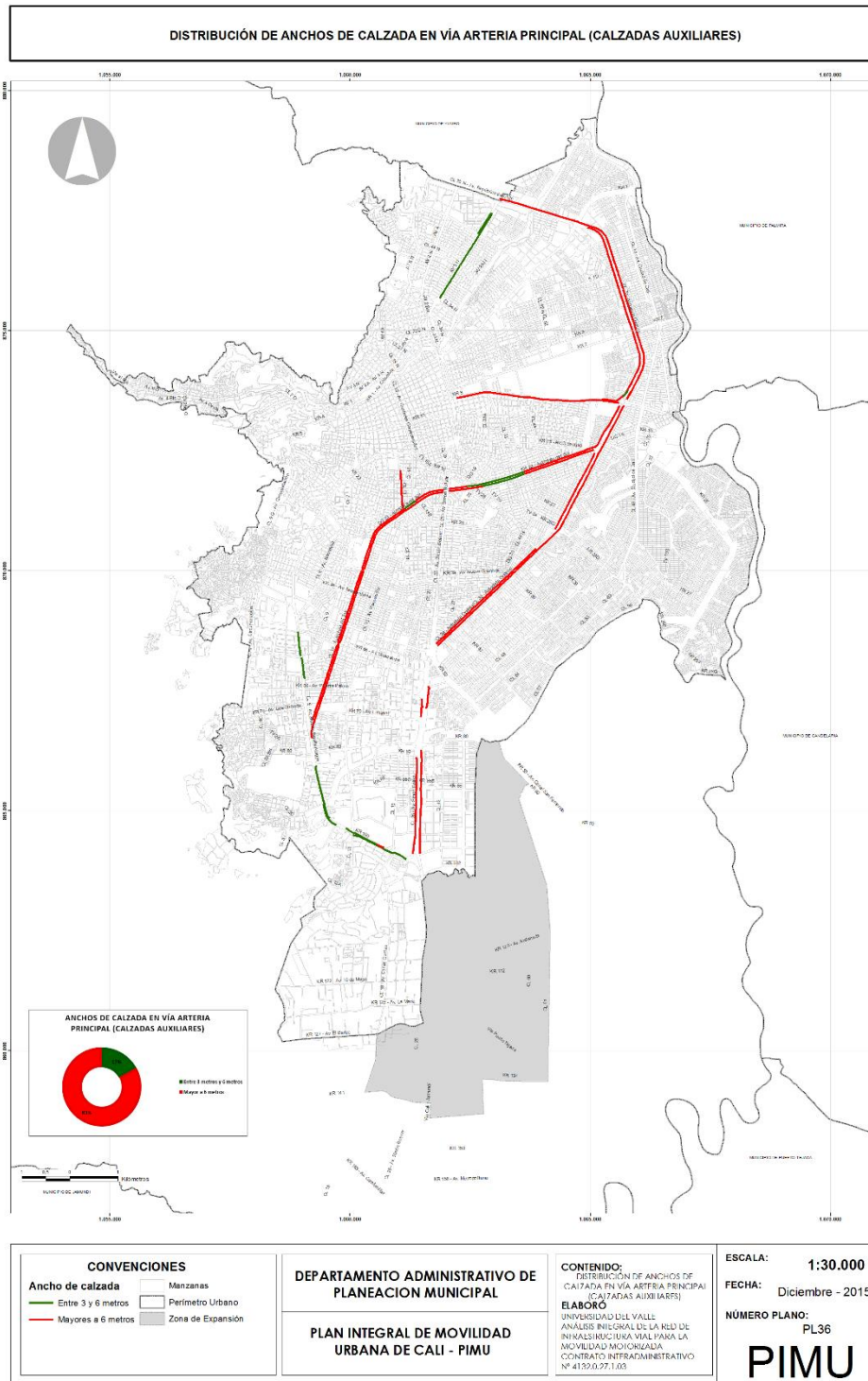


Figura 94 Plano PL36 - Distribución de anchos de calzada en vía arteria principal para calzadas auxiliares

1.6.11 Distribución de anchos de calzada en vía arteria secundaria para calzadas principales

Nota: Para realizar este análisis se excluyó del grafo los desvíos, retornos, enlaces y giros protegidos en intersecciones con el fin de no alterar los resultados y a solicitud de la interventoría y la supervisión del proyecto. Adicionalmente se filtró los resultados para el tipo de calzada principal.

De acuerdo a la clasificación establecida el 6% (15.71 Km) de las calzadas principales en vías arterias secundarias se tienen entre tres y seis metros, el 68% (181.26 Km) entre seis y nueve metros, el 24% (63.84 Km) entre nueve y doce metros y 2% (5.37 Km) mayores a doce metros.

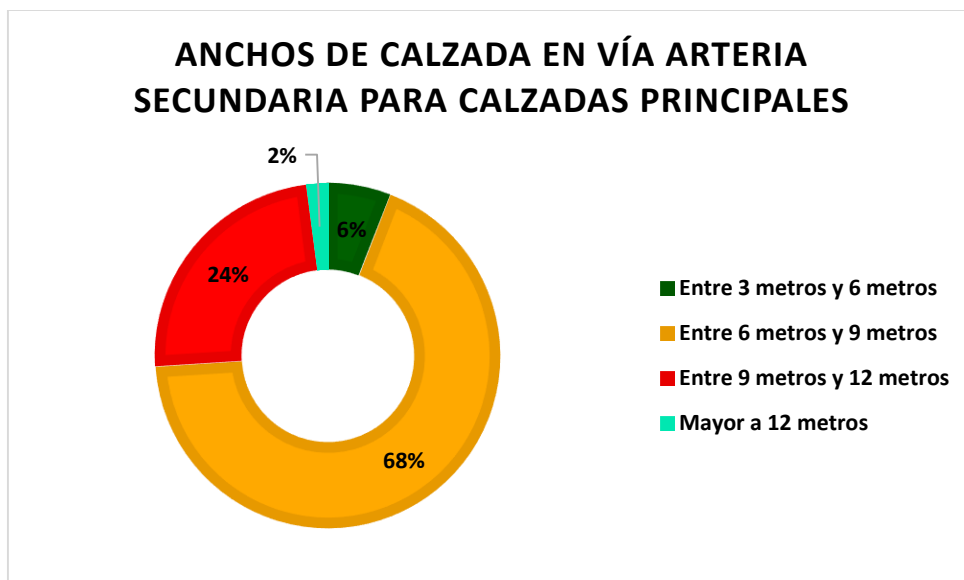


Figura 95 Distribución de anchos de calzada en vía arteria secundaria para calzadas principales

Geográficamente se puede observar estos resultados en el plano anexo PL37.

Cabe resaltar que al realizar el análisis para las calzadas auxiliares se verificó que en vías arterias secundarias no se presentan este tipo de calzadas.

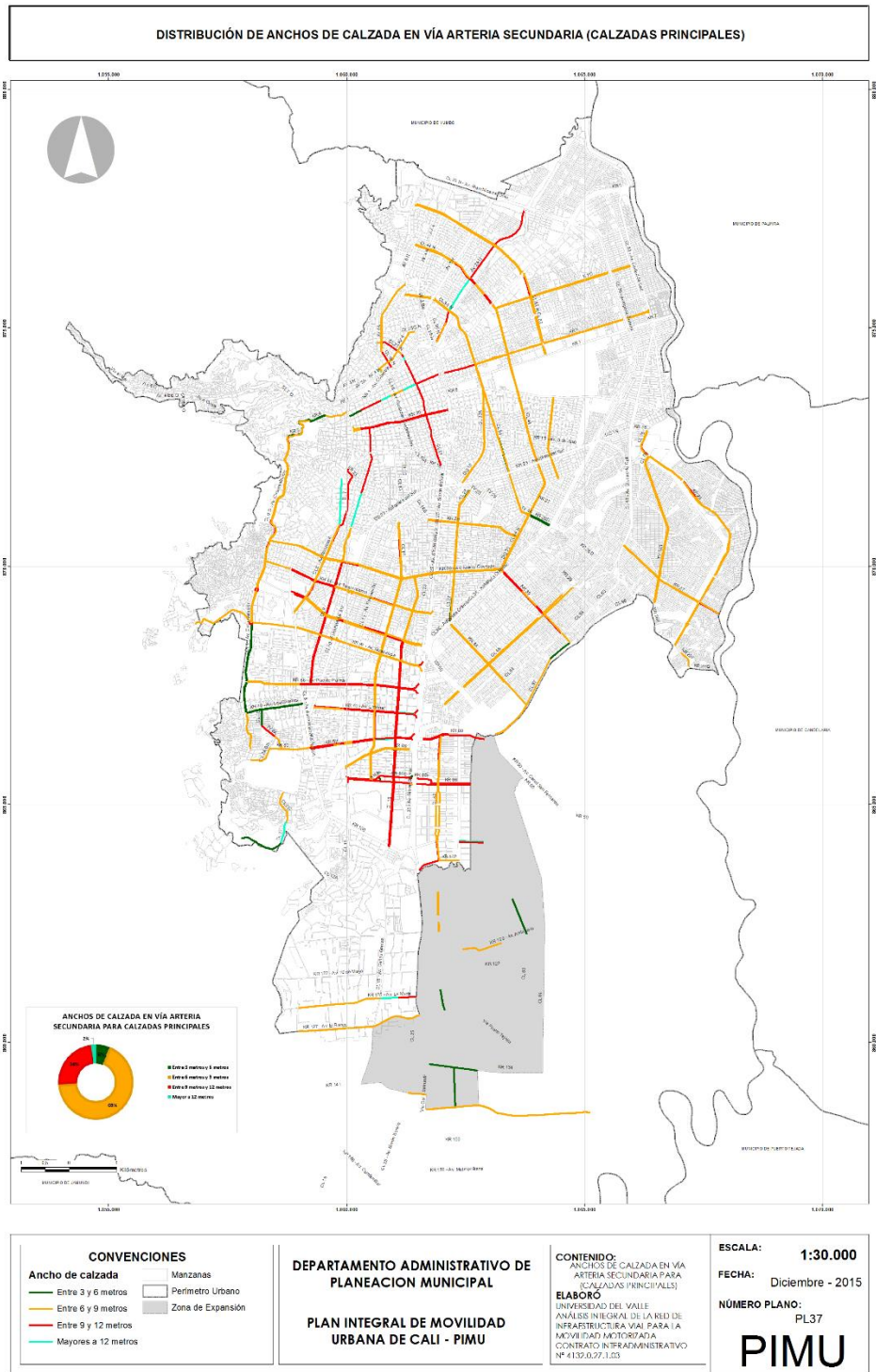


Figura 96 Plano PL37 - Distribución de anchos de calzada en vía arteria secundaria para calzadas principales

1.6.12 Distribución de anchos de calzada en carril exclusivo de transporte masivo

Nota: Para realizar este análisis se excluyó del grafo los desvíos, retornos, enlaces y giros protegidos en intersecciones con el fin de no alterar los resultados y a solicitud de la interventoría y la supervisión del proyecto. Adicionalmente se filtró los resultados para carriles exclusivos del transporte masivo.

De acuerdo a la clasificación establecida el 37% (22.90 Km) de las calzadas exclusivas de transporte masivo se tienen hasta tres punto cinco metros, el 60% (36.82 Km) entre tres punto cinco y siete punto cinco metros, y 3% (1.51 Km) mayores a siete punto cinco metros.

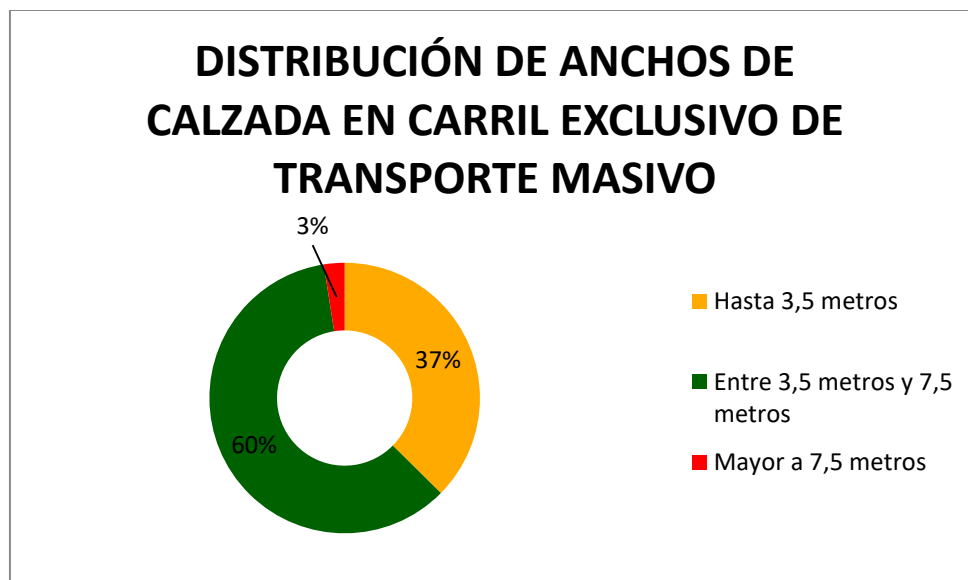


Figura 97 Distribución de anchos de calzada en carril exclusivo de transporte masivo

Geográficamente se puede observar estos resultados en el plano anexo PL38.

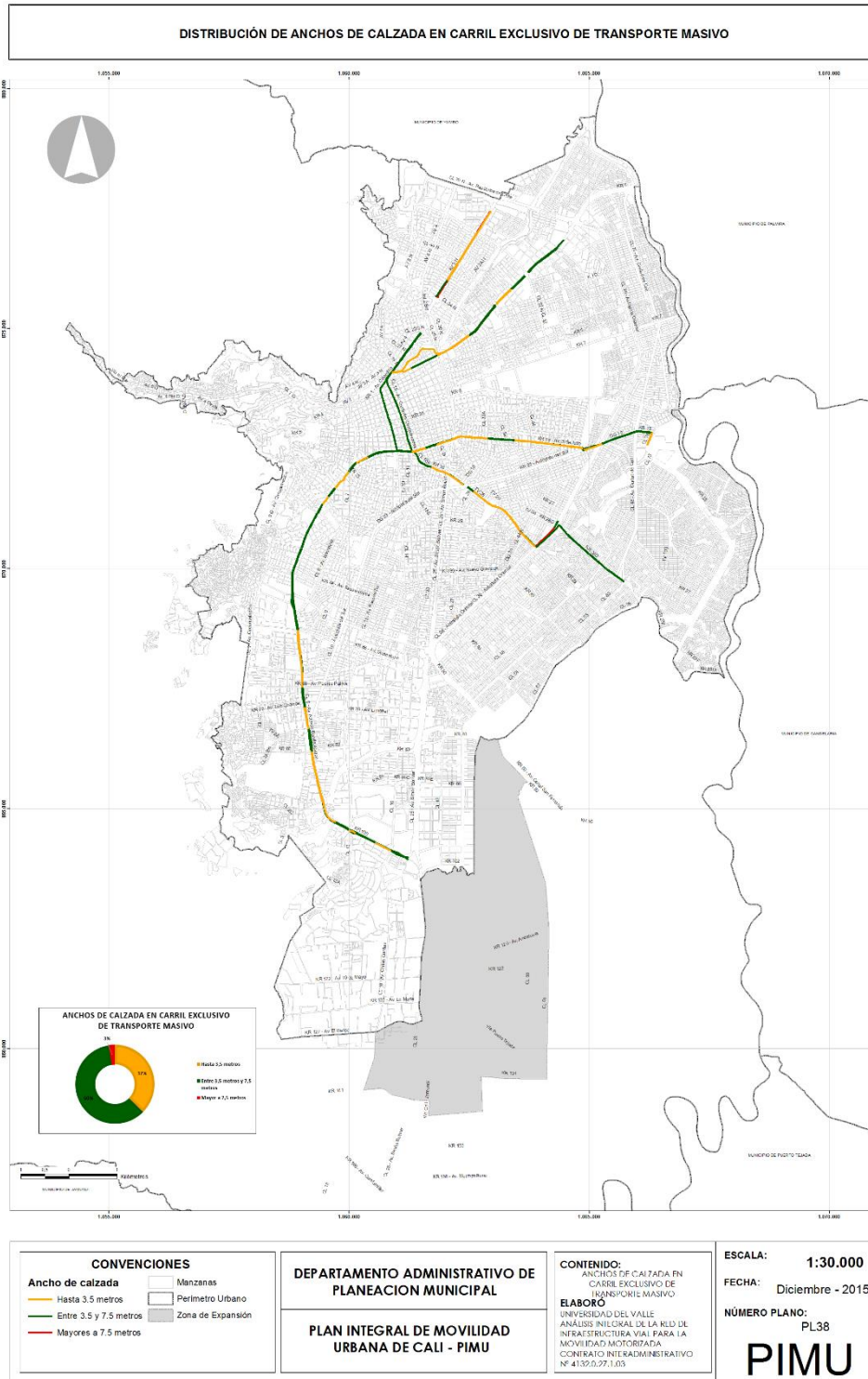


Figura 98 Plano PL38 - Distribución de anchos de calzada en carril exclusivo de transporte masivo

1.6.13 Estacionamientos

Se identificaron 396 bahías de estacionamiento de las cuales 366 son de uso particular y 30 son usadas por el transporte público masivo; 30 de las 366 bahías de parqueo en uso particular fueron reconocidas como zonas de carga y descarga y 17 como pistas o zonas de taxi. 3 de las 30 bahías de parqueo usadas por el transporte público masivo también fueron reconocidas como zonas de carga y descarga.

De las 396 bahías identificadas el 90% (357 Bahías) cuentan con infraestructura como cordón delimitando la bahía, demarcación, etc; el 4% (16 Bahías) cuentan con señalización vertical y el 14.14% (56 Bahías) cuentan con señalización horizontal.

Geográficamente se puede observar estos resultados en el plano anexo PL39.

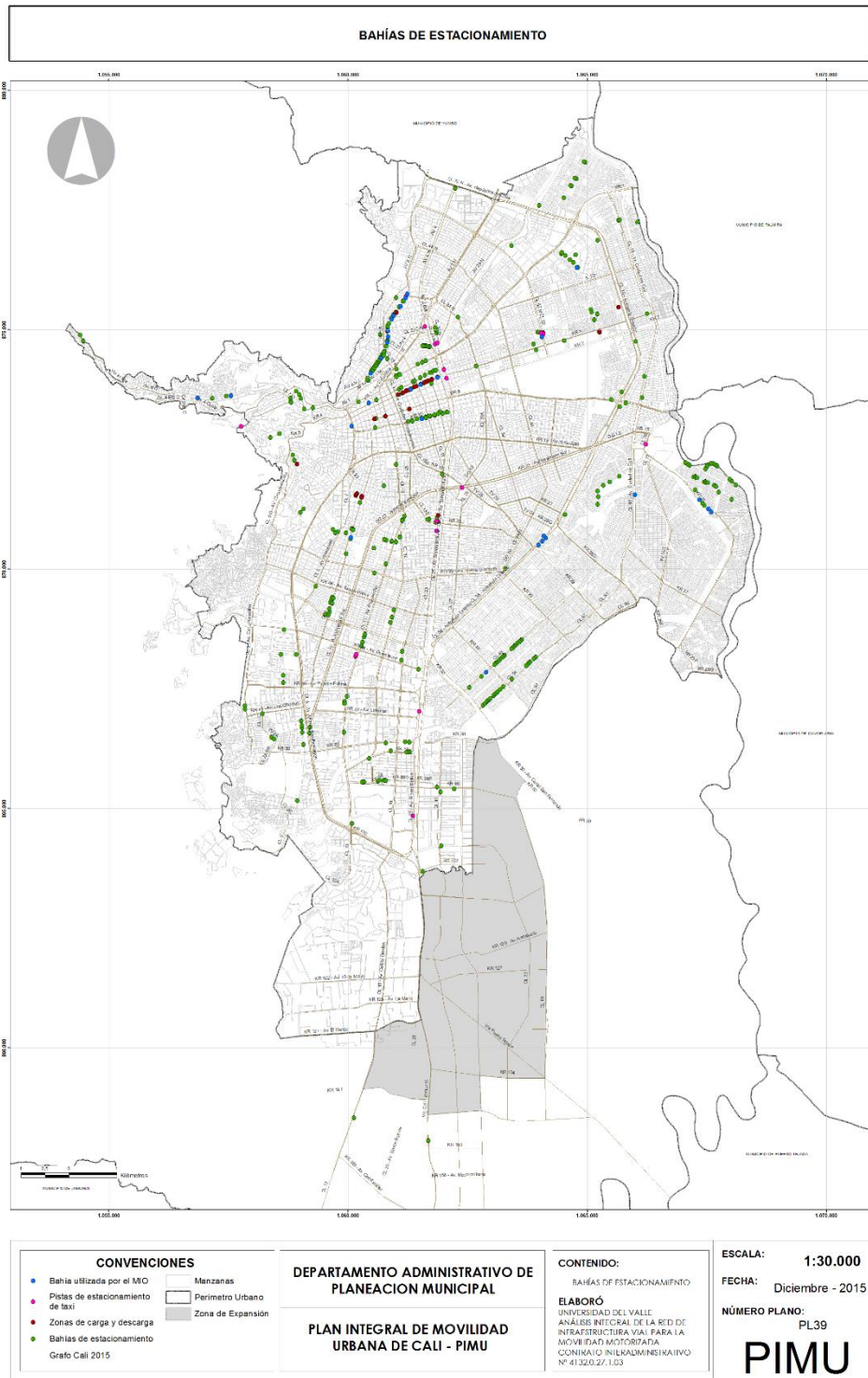


Figura 99 Plano PL39 - Bahías de estacionamiento

1.7 CONCLUSIONES

Además de obtener resultados caracterizando la red vial primaria, secundaria y colectora de la ciudad, este estudio contribuyó con la creación del marco metodológico para futuras actualizaciones del inventario vial o su extensión para las vías locales y rurales.

Tanto el diseño del Modelo de recolección de información y la Base de Datos Geográfica, son resultado de la propuesta de trabajo del equipo consultor de la Universidad y de los procesos de retroalimentación con la interventoría y supervisión del proyecto, en los cuales se buscó la aprobación de la metodología y todo producto resultante.

El almacenamiento de la información capturada en campo dentro de una base de datos geográfica permite una manipulación adecuada de la información concentrada en un mismo lugar, con la posibilidad de obtener hojas de cálculo, realizar análisis espaciales, consultas por atributos, cruces temático-espaciales, generación de cartografía y reportes estadísticos, y finalmente la vinculación de archivos externos como dibujos en Autocad y archivos fotográficos.

En la ejecución del proceso de recopilación de información primaria se debe tener en cuenta el volumen de información a manejar dada la escala de Ciudad para mejorar tiempos y minimizar errores sistemáticos asociados a cualquier proceso de captura de información.

La metodología para caracterizar el estado superficial de la capa de rodadura es resultado de un ajuste al método de evaluación del comportamiento del pavimento llamado “Procedimiento estándar para la inspección del índice de condición del pavimento en caminos y estacionamientos” (ASTM D6433-03) o mejor conocido como “Método PCI” (*Pavement Condition Index*). El ajuste al método evalúa a través de inspecciones visuales de cada tramo, el tipo y cantidad de fallas presentes, registrando cinco (5) variables o características por tramo que

permiten una apreciación estandarizada y no tan subjetiva. Esta metodología propuesta y ejecutada, formula unos criterios de clasificación ordinales, normalizados o estandarizados, permitiendo la comparación entre sí y funcionan como indicadores para caracterizar o dimensionar la forma en que se relaciona los elementos inspeccionados con la realidad que en este caso corresponde al estado superficial de capa de rodadura.

Dentro de los resultados obtenidos en el proceso de caracterización del Estado Superficial de la Capa de Rodadura se puede destacar:

1. Del área de estudio inventariada (Vías primarias, secundarias, colectoras de la ciudad, aprox. 1022 Km), tan solo el 27% (266.56 Km) presenta un estado superficial de la capa de rodadura Bueno al valorar las 5 variables o características identificadas (Baches, Grietas, Parches, Desgaste y Piel de Cocodrilo). El 59% (576.95 Km) presenta un estado Regular, el 11% (105.40 Km) con un estado Malo y el 3% (26.11 Km) sin pavimento.

Aunque pueda parecer que el 11% como estado Malo es un porcentaje bajo y que es aceptable, se debe tener en cuenta que este 11% significa que 105.40 Km de la malla vial principal de la ciudad presenta la combinación de Baches, Grietas, Parches, Desgaste y Piel de Cocodrilo, y esta combinación representa un pésimo estado al encontrar es un mismo espacio todas estas fallas.

2. Al realizar el análisis por jerarquización vial se puede concluir que:
 - Comparando en proporción por jerarquía vial se puede concluir que el estado superficial de la capa de rodadura afecta según el tipo de vía, mientras mayor es la jerarquía mejores condiciones presenta. Este resultado confirma que el mantenimiento de las vías es mayor según el tipo de jerarquía.
 - Las peores condiciones en tema de estado superficial de la capa de rodadura, se presentan en Vías Colectoras con tan solo un 14% en buen estado, un 16% en mal estado, un 63% en regular y un 7% sin pavimentar. Al presentar estas condiciones frente a las demás vías, se considera que las Vías Colectoras requieren una intervención inmediata para mejorar su estado.

- Las mejores condiciones en tema de estado superficial de la capa de rodadura, se presentan en Vías Arterias Principales con un 34% en buen estado, un 7% en mal estado, un 58% en regular y un 0.38% sin pavimentar.
 - Teniendo en cuenta las condiciones y el estado de las vías se considera necesario formular planes de intervención inmediatos, comenzando por Vías Colectoras, luego las Vías Arterias Secundarias y por ultimo las Vías Arterias Primarias y así se fortalecería en conjunto toda la malla vial principal de la ciudad.
3. De las cinco (5) variables o características inventariadas en cada tramo de vía (Número de Baches, Número de Grietas, Número de Parches, Porcentaje de Desgaste y el Porcentaje de Piel de cocodrilo) la falla más recurrente y con más alto porcentaje de valoración en mal estado es Porcentaje de Desgaste y es al mismo tiempo la que menos porcentaje tiene de valoración en buen estado. Otra falla a tener en cuenta son la Piel de Cocodrilo y las Grietas consecutivamente.

Si se analiza por tipo de vía, el Porcentaje de Desgaste es mayor en vías arterias secundarias seguido por las colectoras.

La variable de Número de Parches nos puede indicar que tanta rehabilitación superficial se le ha hecho a las vías; en este sentido según los resultados obtenidos esta variable presenta el menor porcentaje de valoración tanto en mal estado como en regular, por lo tanto se podría deducir que es baja la recuperación de la malla vial mediante reparcheo.

4. Al cruzar los resultados obtenidos al caracterizar el Estado Superficial de la Capa de Rodadura con el tipo de pavimento se puede concluir que el mal estado de la capa de rodadura tanto en pavimento flexible, rígido y mixto es parejo entre un 11-12%, mientras que el pavimento rígido con un 41% es el que presenta un porcentaje mayor con valoración en buen estado, por lo tanto las vías con pavimento rígido son los que menos fallas presentan.

Según los resultados obtenidos en la distribución de número de carriles:

1. El 64% (239.92 Km) de las vías arterias principales tienen hasta dos carriles, 31%(116.38 Km) tres carriles y el 5% (17.15 Km) más de tres carriles.
2. El 77% (204.62 Km) de las vías arterias secundarias tienen hasta dos carriles, 21% (55.06 Km) tres carriles y el 2% (6.5 Km) más de tres carriles.
3. El 90% (205.50 Km) de las vías colectoras tienen hasta dos carriles, 6% (14.18 Km) tres carriles y el 4% (8.20 Km) más de tres carriles.
4. El 73% (44.79 Km) de las calzadas exclusivas de transporte masivo tienen un carril y 27% (16.44 Km) dos carriles.

Según los resultados obtenidos en la distribución de anchos de calzada:

1. En vías arterias principales y sobre calzadas principales, el 9% (29.92 Km) tienen entre tres y seis metros, el 50% (157.16 Km) entre seis y nueve metros, el 36% (112.78 Km) entre nueve y doce metros y 5% (15.35 Km) mayores a doce metros.
2. En vías arterias principales y sobre calzadas auxiliares el 17% (9.84 Km) tienen entre tres y seis metros de ancho y el 83% (48.39 Km) mayores a 6 metros.
3. En vías arterias secundarias y sobre calzadas principales el 6% (15.71 Km) tienen entre tres y seis metros, el 68% (181.26 Km) entre seis y nueve metros, el 24% (63.84 Km) entre nueve y doce metros y 2% (5.37 Km) mayores a doce metros.
4. En calzadas exclusivas de transporte masivo el 37% (22.90 Km) tienen hasta tres punto cinco metros, el 60% (36.82 Km) entre tres punto cinco y siete punto cinco metros, y 3% (1.51 Km) mayores a siete punto cinco metros.

El tema de estacionamientos es un asunto complejo de la Ciudad, el cual requiere de un estudio particular concentrado en sí mismo para caracterizar no solo las

bahías parqueo sino los estacionamientos irregulares, la oferta y la demanda, con lo cual se puede definir zonas críticas, programas de intervención y de incorporación de recursos para fortalecer este tema.

Nota: todos los anexos están grabados como archivos digitales en la memoria entregada.

ANEXO N° 1. MODELO DE RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN PARA TOMA DE DATOS EN CAMPO

ANEXO N° 2. MODELO DE DATOS DE LA BASE GEOGRAFICA

ANEXO N° 3. BASE DE DATOS GEOGRAFICA

ANEXO N° 4. ARCHIVO FOTOGRAFICO

ANEXO N° 5. ARCHIVO DE SECCIONES VIALES

ANEXO N° 6. CARTOGRAFIA