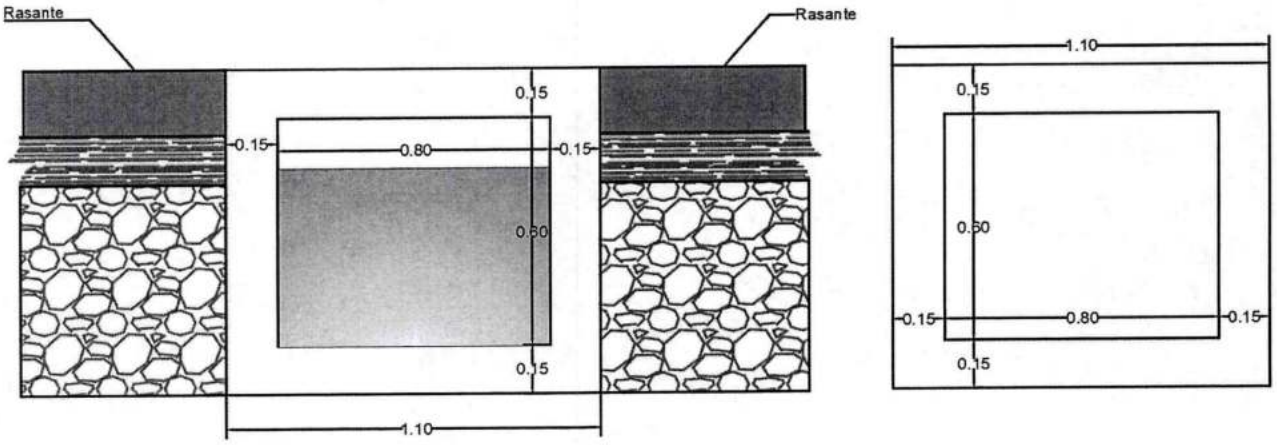
- Continuación memorias de cálculo y diseño estructural de cunetas y cárcamos



3. Presión Vertical de relleno sobre el Box (EV)

$W_E = F_e \gamma_s B_c H$ (Ec. 12.11.2.2.1-1)

H= 0.00 m
F_e= 1.00 (Ec. 12.11.2.2.1-2)
W_E= 0.00

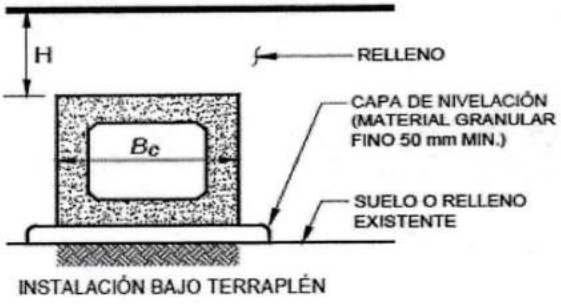


Figura 12.11.2.2.1-1 — Instalaciones bajo terraplén — Secciones tipo cajón de concreto prefabricado

4. Presión Horizontal del terreno

Cálculo del empuje activo de tierras (EH): (3.11.5)

$\gamma_{RELLENO}$ = 21.00 KN/m3
φ= 30.00 °
K_A= 0.333
EH= 7.00 KN/m

Cargas LS (Sobrecarga por carga viva en el terreno) (3.11.6.4)

h_{eq} = 1.50 m (Tabla 3.11.6.4-1)
LS_X = 10.50 KN/m
Z_A = 0.50 m

5. Carga de Agua (WA) (3.7.1)

WA= 7.00 KN/m

6. Carga Viva (LL+IM)

$IM = 33[1 - 0.41(D_E)] \geq 0$

$D_E =$ 0.00 m

IM= 33%

Ancho de franja equivalente

Paralelo a la luz (4.6.2.10.2-1)

$E = 2440 + 0.12S$

$E =$ 2.536 m

Perpendicular a la luz (4.6.2.10.2-2)

$E_{luz} = L_T + LLDF(H)$

$E_{luz} =$ 0.254 m

5.1 Carga de Camión de diseño

$$P = \frac{P_i * m}{E} * (1 + IM)$$

$P_{TRASERA}$=	100.69 KN/m	396.43 KN/m2
$P_{INTERMEDIA}$=	100.69 KN/m	396.43 KN/m2
$P_{DELANTERA}$=	25.17 KN/m	99.11 KN/m2

5.2 Carga de Tándem de diseño

$$P = \frac{P_i * m}{E} * (1 + IM)$$

$P_{Tándem}$=	78.67 KN/m	309.71 KN/m2

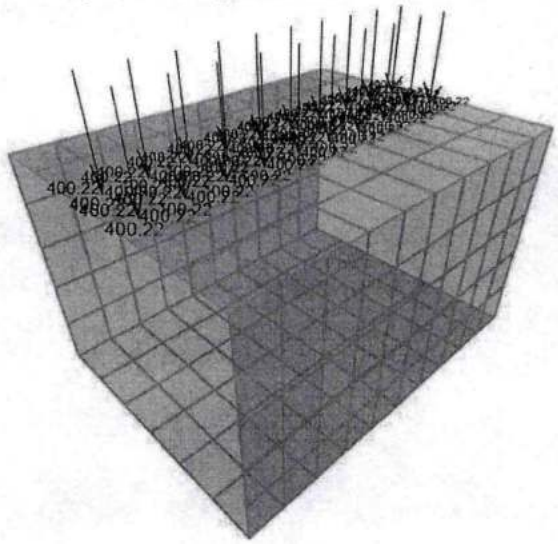
7. Carga de Carril de diseño (W_{CD})

$W_{Carril} =$ 10.30 KN/m

$$W_{CD} = \frac{W_{Carril}}{E}$$

$W_{CD} =$ 4.06 KN/m (No se considera en el diseño de la alcantarilla)

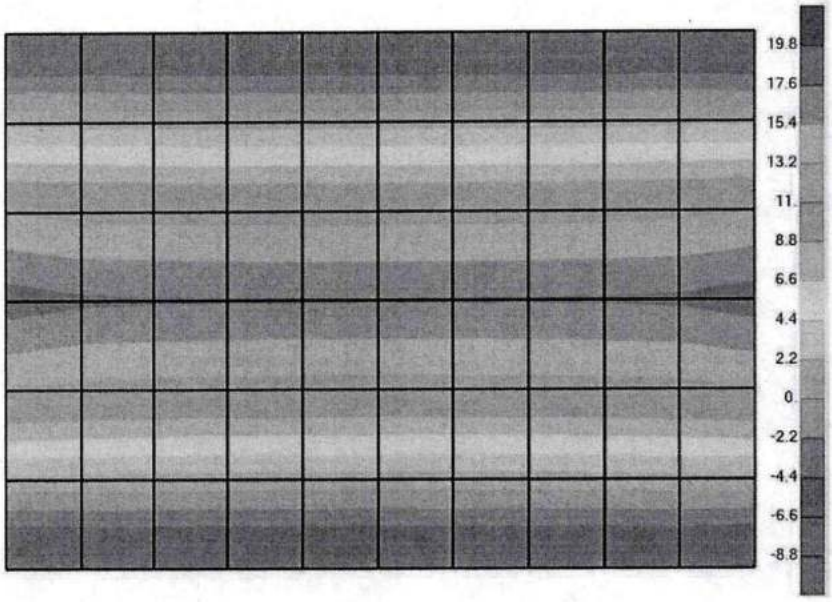
8. Modelo matemático tridimensional del Box para una franja de 1 metro



9. Diseño de la Losa Superior

Refuerzo Longitudinal

$M_{DISEÑO}$ = 24.20 KN.m/m
H_{Losa} 0.15 m
d= 0.075 m
B= 1.00 m
K= 438.55 t/m2
m= 17.65
ρ= 0.0131



Verificación por armadura mínima

$M_{cr} = 1.1 f_r S$
f_r= 33.63 kg/cm2
S= 3750.00 cm3
M_{cr}= 1.39 t.m
K= 246.65 t/m2
m= 17.65
ρ_{MIN}= 0.0070
$\rho_{DISEÑO}$= 0.0131
$1.33M_u$= 3.28 t.m O.K
A_S= 9.84 cm2
Usar Barras #5 @ 0.20 m **En el centro de la losa**

Armadura de retracción y temperatura

$$As_{temp} = \frac{0.18bh}{2(b+h)}$$ (Ec. 5.10.8.2-1)

$A_{s\ temp}$= 1.17 cm2
$A_{s\ temp\ req}$= 2.33 cm2
Usar Barras #3 @ 0.30 m

Control de agrietamiento por medio de la distribución de refuerzo (Art. 5.7.3.4)

$$S \leq \frac{123000 * \gamma_e}{\beta_s * f_{ss}} - 2d_c$$

$$\beta_s = 1 + \frac{d_c}{0.70 * (h - d_c)}$$

d_c = 6.39 cm
β_s = 2.06
γ_e = 1.00 Exposición clase 1
a= 1.74 cm

$$M_{SI} = \eta[1.0DC + 1.0DW + 1.0(LL + IM)]$$

M_{SI}= 10.8 KN.m/m

$$E_C = 0.043 K_1 w_c^{1.5} \sqrt{f'_c}$$ (EC. 5.4.2.4-1)

K_1= 1.0
w_c= 2300 kg/m3
f'_c= 28.00 MPa
E_c= 25098 MPa
E_s= 200000 MPa (5.4.3.2)
η= 7.97
d= 0.09 m

X= 0.03 m
I_c= 0.00003 m4
jd= 0.076 m

$$f_{ss} = \frac{nM_{SI}(d - X)}{I_c}$$

f_{ss} = 144 MPa
S≤ 0.29 m O.K

Separación entre las barras de refuerzo

S= 0.20 m
S_{Libre}= 0.19 m

Verificación de la deformación unitaria del acero

$$c = \frac{A_S f_y}{0.85 f'_c b \beta_1}$$

c= 2.04 cm
ε_c = 0.003
ε_t = 0.005

$$\varepsilon_s = (d - c) * \left(\frac{\varepsilon_c}{c}\right) > \varepsilon_t = 0.005$$

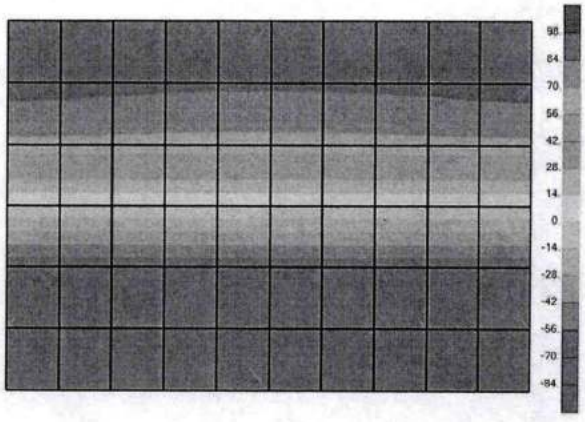
ε_s = 0.008 O.K

Revisión de fuerzas cortantes

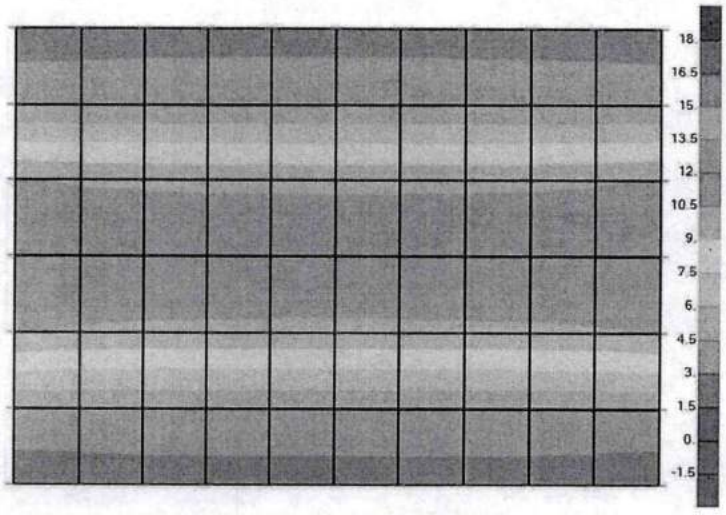
V_u= 91.67 KN

El cortante resistente por el concreto es:

$v_r = \emptyset v_n$ (Ec. 5.8.2.1-2)
$\emptyset$ = 0.90 (Art. 11.5.8)
$v_n = v_c + v_s + v_p$ (Ec. 5.8.3.3-1)
$v_n = 0.25 f'_c b_v d_v + v_p$ (Ec. 5.8.3.3-2)
b_v = 1.00 m
d_v = 0.08 m
$Con\ v_p = 0\ y\ v_s = 0$
v_n = 215.08 KN (Ec. 5.8.3.3-3)
v_n = 542.01 KN
v_r = 193.57 KN O.K



10. Diseño de la Losa Inferior



Refuerzo Longitudinal

$M_{DISEÑO}$ = 17.70 KN.m/m
H_{Losa} 0.15 m
d= 0.075 m
B= 1.00 m
K= 320.76 t/m2
m= 17.65
ρ= 0.0092

Verificación por armadura mínima

$$M_{cr} = 1.1 f_r S$$

f_r= 33.63 kg/cm2
S= 3750.00 cm3
M_{cr}= 1.39 t.m
K= 246.65 t/m2

m= 17.65
ρ_{MIN}= 0.0070
$\rho_{DISEÑO}$= 0.0092
$1.33M_u$= 2.40 t.m
A_S= 6.93 cm2
Usar Barras #4 @ 0.19 m **En el centro de la losa**

Armadura de retracción y temperatura

$$As_{temp} = \frac{0.18bh}{2(b+h)}$$ (Ec. 5.10.8.2-1)

$A_{s\ temp}$= 1.17 cm2
$A_{s\ temp\ req}$= 2.33 cm2
Usar 1#3 @ 0.30 m

Control de agrietamiento por medio de la distribución de refuerzo (Art. 5.7.3.4)

$$S \leq \frac{123000 * \gamma_e}{\beta_s * f_{ss}} - 2d_c$$

$$\beta_s = 1 + \frac{d_c}{0.70 * (h - d_c)}$$

d_c = 6.39 cm
β_s = 2.06
γ_e = 1.00 Exposición clase 1
a= 1.22 cm

$$M_{SI} = \eta[1.0DC + 1.0DW + 1.0(LL + IM)]$$

M_{SI}= 7.51 KN.m/m

$$E_C = 0.043K_1 w_c^{1.5}\sqrt{f'_c}$$ (EC. 5.4.2.4-1)

K_1= 1.0
w_c= 2300 kg/m3
f'_c= 28.00 MPa
E_c= 25098 MPa
E_s= 200000 MPa (5.4.3.2)
η= 7.97
d= 0.09 m
X= 0.03 m
I_c= 0.00003 m4
jd= 0.076 m

$$f_{ss} = \frac{nM_{SI}(d - X)}{I_c}$$

f_{ss} = 128 MPa
S≤ 0.34 m O.K

Separación entre las barras de refuerzo

S= 0.19 m
S_{Libre}= 0.17 m

Verificación de la deformación unitaria del acero

$$c = \frac{A_S f_y}{0.85 f'_c b \beta_1}$$

c= 1.44 cm
ε_c = 0.003
ε_t = 0.005

$$\varepsilon_s = (d - c) * \left(\frac{\varepsilon_c}{c}\right) > \varepsilon_t = 0.005$$

ε_s = 0.013 O.K

Revisión de fuerzas cortantes

V_u= 81.80 KN

El cortante resistente por el concreto es:

$v_r = \emptyset v_n$ (Ec. 5.8.2.1-2)

$\emptyset =$ 0.90 (Art. 11.5.8)

$v_n = v_c + v_s + v_p$ (Ec. 5.8.3.3-1)

$v_n = 0.25 f'_c b_v d_v + v_p$ (Ec. 5.8.3.3-2)

$b_v =$ 1.00 m

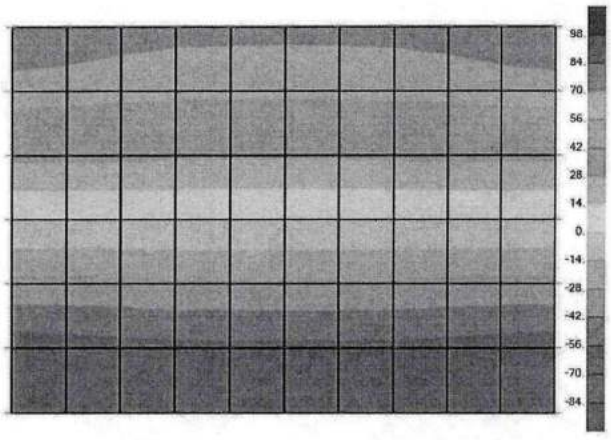
$d_v =$ 0.08 m

$Con\ v_p = 0\ y\ v_s = 0$

$v_n =$ 222.21 KN (Ec. 5.8.3.3-3)

$v_n =$ 559.99 KN

$v_r =$ 199.99 KN O.K



11. Diseño de Muros

Refuerzo Vertical

$M_{DISEÑO}$ = 10.25 KN.m/m

H_{Losa} 0.15 m

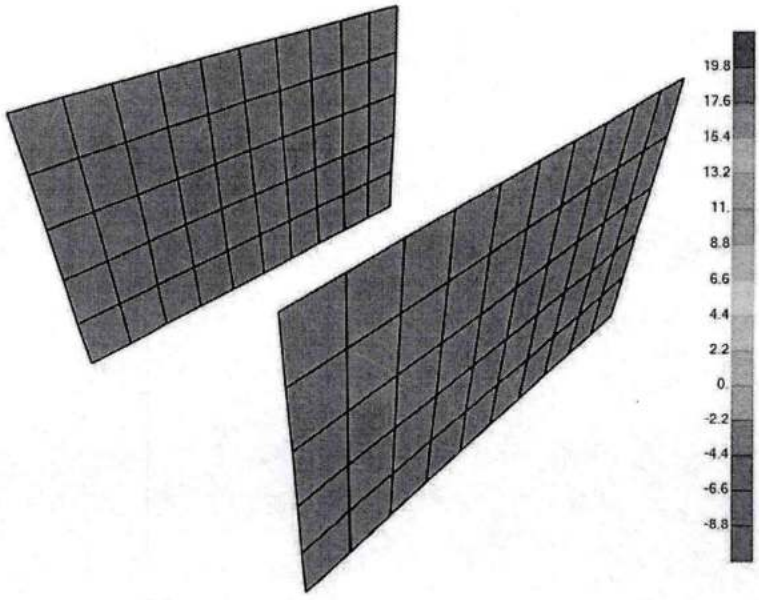
d= 0.075 m

B= 1.00 m

K= 185.75 t/m2

m= 17.65

ρ= 0.0051



Verificación por armadura mínima

$M_{cr} = 1.1 f_r S$

f_r= 33.63 kg/cm2

S= 3750.00 cm3

M_{cr}= 1.39 t.m

K= 246.65 t/m2

m= 17.65

ρ_{MIN}= 0.0070

$\rho_{DISEÑO}$= 0.0070

1.33M_u= 1.39 t.m O.K

A_S= 5.21 cm2

Usar Barras #4 @ 0.25 m **Vertical en el centro del muro**

Armadura de retracción y temperatura

$$As_{temp} = \frac{0.18bh}{2(b+h)}$$ (Ec. 5.10.8.2-1)

$A_{s\ temp}$= 1.17 cm2

$A_{s\ temp\ req}$= 2.33 cm2

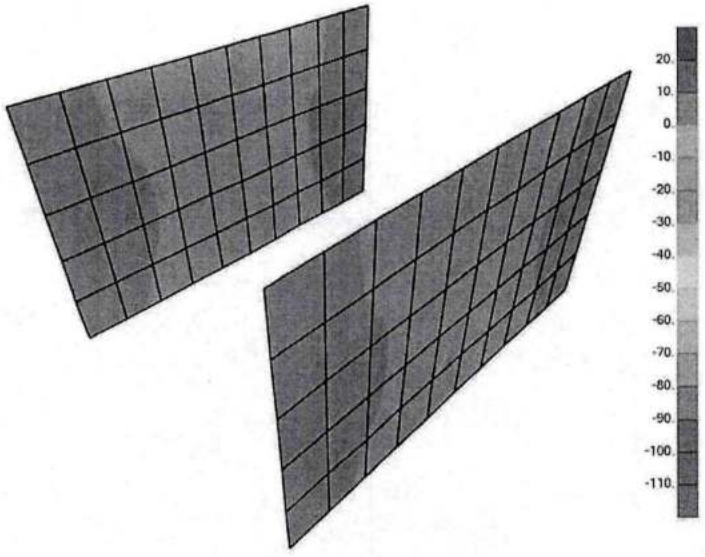
Usar Barras #3 @ 0.30 m

Pu= 111.46 KN

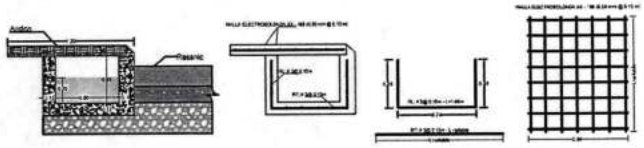
$P_u \leq 0.10 * \emptyset * A_g * f'_c$ $\emptyset = 0.70$ (Art. 5.5.4.2.1)

$Pu \leq$ 294.00 KN O.K

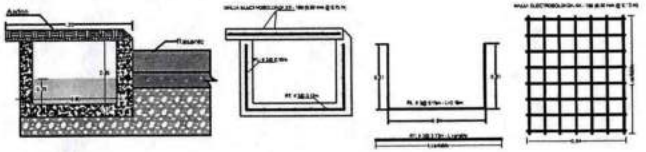
Cuando la carga axial mayorada es menor que el 10% de la capacidad en compresión nominal de la sección, el diseño por flexión se puede realizar despreciando los efectos de carga axial.



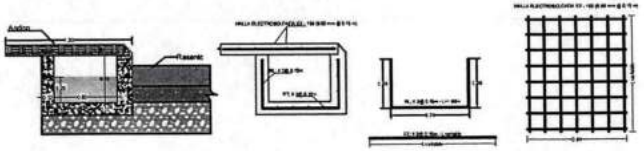
REFUERZO DE CUNETAS BAJO ANDÉN
(BARRIO LA GRANJA - DIAGONAL 22 ENTRE CARRERA 3 Y TRANSVERSAL 2)
ESC. 1:20



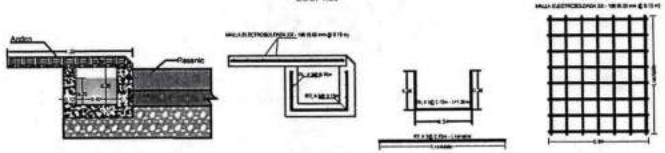
REFUERZO DE CUNETAS BAJO ANDÉN
(BARRIO LA GRANJA - DIAGONAL 21 ENTRE TRANSVERSAL 1B Y 5)
ESC. 1:20



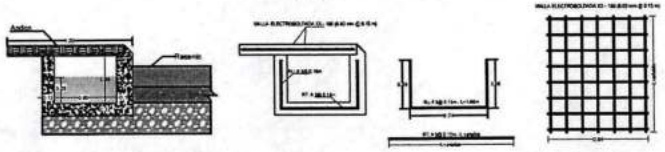
REFUERZO DE CUNETAS BAJO ANDÉN
(BRISAS DEL SINÚ - CALLE 2 ENTRE LAS CARRERAS 1A Y 1E)
ESC. 1:20



REFUERZO DE CUNETAS BAJO ANDÉN
(BRISAS DEL SINÚ - CARRERA 1D ENTRE CALLES 1 Y 2)
ESC. 1:20

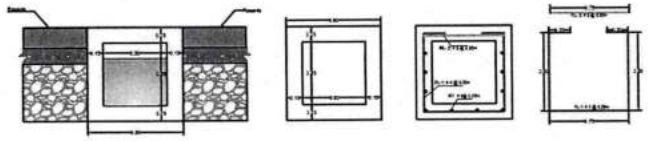


REFUERZO DE CUNETAS BAJO ANDÉN
(PASTRANA BORRERO - TRANSVERSAL 1A SUR ENTRE DIAGONALES 0 SUR Y 14 SUR)
ESC. 1:20



SECCIÓN TRANSVERSAL DE CUNETAS TRANSVERSALES Y EN INTERSECCIONES DE VÍA
PARA CÁRCAMOS CON SECCIONES HIDRÁULICAS
Bs0.60m y Hs0.60m
ESC 1:20

(BARRIO LA GRANJA - DIAGONAL 22 ENTRE CARRERA 3 Y TRANSVERSAL 2)
(PASTRANA BORRERO - TRANSVERSAL 1A SUR ENTRE DIAGONALES 0 SUR Y 14 SUR)
(BRISAS DEL SINÚ - CALLE 2 ENTRE LAS CARRERAS 1A Y 1E)



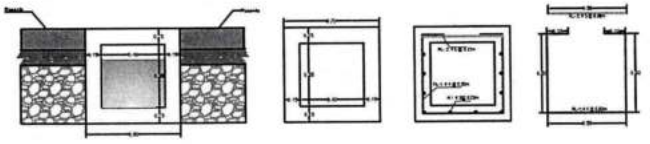
MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN

CONCRETO
- Losas y Muros: f'c= 21 MPa (210 kg/cm²)
- Concreto de Limpieza (solos): f'c= 15 MPa (140 kg/cm²)

ACERO DE REFUERZO
- Acero corrugado (+ -12.5 MPa (4200 kg/cm²) ASTM A706, el traslapo entre el acero que haya sido aprobado en Ficha Técnica.

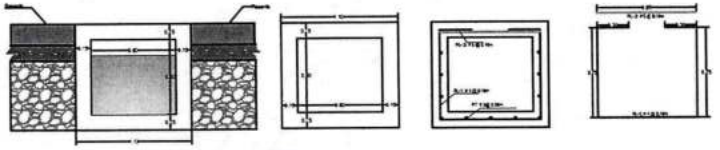
SECCIÓN TRANSVERSAL DE CUNETAS TRANSVERSALES Y EN INTERSECCIONES DE VÍA
PARA CÁRCAMOS CON SECCIONES HIDRÁULICAS
Bs0.60m y Hs0.60m
ESC 1:20

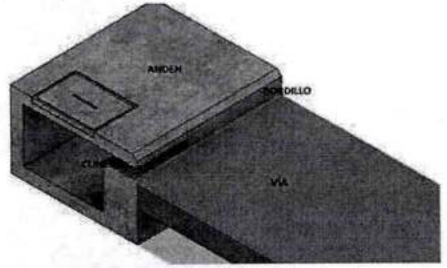
(BRISAS DEL SINÚ - CARRERA 1D ENTRE CALLES 1 Y 2)

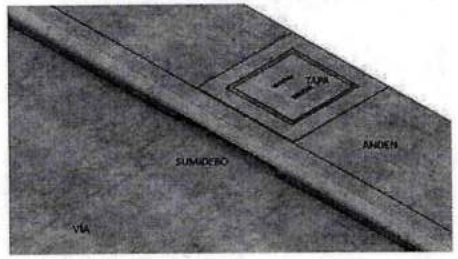


SECCIÓN TRANSVERSAL DE CUNETAS TRANSVERSALES Y EN INTERSECCIONES DE VÍA
PARA CÁRCAMOS CON SECCIONES HIDRÁULICAS
Bs0.80m y Hs0.70m
ESC 1:20

(BARRIO LA GRANJA - DIAGONAL 21 ENTRE TRANSVERSAL 1B Y 5)







Alcaldía de MONTERÍA
SECRETARÍA DE INFRAESTRUCTURA

SECRETARÍA DE INFRAESTRUCTURA

PROYECTO
DISEÑO DE VÍAS URBANAS EN EL MUNICIPIO DE MONTERÍA.

LOCALIZACIÓN
MUNICIPIO DE MONTERIA
COMUNA 3

DISEÑO
SECRETARÍA DE INFRAESTRUCTURA MUNICIPAL

EQUIPO DE DISEÑO Y DESARROLLO
DISEÑO

CONTENIDO
- Detalle de cuneta bajo andén
- Cárcamos

COLABORADORES

OBSERVACIONES

NOMBRE DEL ARCHIVO

FECHA | ESCALA

PLANO | DE
EST 01/01

DISEÑO HIDRÁULICO – HIDROLÓGICO

CALLE 28 A # 40 – 28 Barrio Villa Caribe
consorcionuevamonteria@gmail.com
Cel: 314 593 11 72 – 300 623 80 01

ESTUDIOS Y DISEÑOS PARA LA FORMULACIÓN DE PROYECTOS DE INFRAESTRUCTURA VIAL A REALIZAR POR LA SECRETARIA DE INFRAESTRUCTURA DEL MUNICIPIO DE MONTERÍA

CONTRATO DE CONSULTORÍA No. CMA-SIM-017-2024

CONSORCIO CONSULTORÍA VIAL MONTERÍA

INFORME ESTUDIO HIDROLOGIA, HIDRAULICO Y SOCAVACIÓN GRUPO PROYECTO 1B

Versión 1

NOVIEMBRE DE 2024
BOGOTÁ D.C.

Carrera 23 N° 124-87
Edificio Torre Zentai - Oficina 404 II
Bogotá - Colombia

T : +57 (1) 221 1077
M: +57 300 517 38 99
E : gerencia.convialsas@gmail.com

CONVIAL | MJS | Ingeniería Vial

CONSORCIO CONSULTORÍA VIAL MONTERÍA
NIT 901847594-7

CONTROL DE VERSIONES

VERSIÓN	FECHA	DESCRIPCIÓN DE MODIFICACIÓN	FOLIOS
Versión 1	Noviembre - 2024	Versión Inicial	71

ESTADO DE REVISIÓN Y APROBACIÓN

CONSORCIO CONSULTORÍA VIAL MONTERÍA		
Elaboró	**Revisó**	**Aprobó**
Ing. Ricardo Tafur Sánchez	Ing. Ricardo Tafur Sánchez	Ing. Manuel José Meza Soto
Especialista	Especialista	Director

SUPERVISION / INTERVENTORÍA
Revisó
Ing. Ingrid Sofia Morales Ávila
Alcaldía de Montería Gerente de Proyectos

Carrera 23 N° 124-87
Edificio Torre Zentai - Oficina 404 II
Bogotá - Colombia

T : +57 (1) 221 1077
M: +57 300 517 38 99
E : gerencia.convialsas@gmail.com

TABLA DE CONTENIDO

1 INTRODUCCIÓN 8
2 OBJETIVOS 9
2.1 OBJETIVO GENERAL 9
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS 9
3 DEFINICIÓN DE TÉRMINOS 10
4 METODOLOGIA PARA EL DESARROLLO DE LOS ESTUDIOS 13
5 LOCALIZACIÓN 14
6 DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA DE DRENAJE 17
7 INFORMACIÓN HIDROLÓGICA 19
7.1 ANÁLISIS DE LLUVIAS 20
7.1.1 VARIACIÓN TEMPORAL DE PRECIPITACIÓN 20
7.1.2 CURVA DE INTENSIDAD, DURACIÓN Y FRECUENCIA 24
7.2 DEFINICIÓN DE LAS ÁREAS DE DRENAJE POR ESTRUCTURA 28
7.3 TIEMPO DE CONCENTRACIÓN 32
7.4 COEFICIENTE DE ESCORRENTIA 33
7.5 PERIODO DE RETORNO 40
7.6 INTENSIDAD DE LLUVIAS 40
7.7 CAUDALES DE DISEÑO 41
8 INFORMACIÓN HIDRÁULICA 49
8.1 ANÁLISIS HIDRÁULICO 49
8.2 COEFICIENTE DE RUGOSIDAD 50
8.3 PENDIENTE 50
8.4 VELOCIDADES MÍNIMAS 50
8.5 VELOCIDADES MÁXIMAS 51
9 SISTEMA PLUVIAL 59
9.1 CONSIDERACIONES GENERALES 59
9.2 DRENAJE SUPERFICIAL 59
9.2.1 LOCALIZACIÓN DE LAS CUNETAS Y CANALETAS 61
9.2.2 ANÁLISIS DE RESULTADOS 66

Carrera 23 N° 124-87
Edificio Torre Zentai - Oficina 404 II
Bogotá - Colombia

T : +57 (1) 221 1077
M: +57 300 517 38 99
E : gerencia.convialsas@gmail.com

10 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES 70
11 BIBLIOGRAFÍA 71

LISTADO DE TABLAS

Tabla 1. Tramos viales para diseñar ---------- 14
Tabla 2. Parámetros Climáticos Promedio AEROPUERTO LOS GARZONES (Montería) ---------- 16
Tabla 3. Información de la Estación Hidro climatológica Identificada. --------- 19
Tabla 4: Comportamiento estadístico de la precipitación para la estación BOCA DE LA CEIBA_EST ---------- 20
Tabla 4. Resultados Prueba Smirnov Kolmogorov estación Boca de La Ceiba. ---------- 22
Tabla 5. Resultados Prueba Chi² estación Boca de La Ceiba. ---------- 22
Tabla 6. Precipitaciones máximas para la distribución de frecuencia Log Normal Estación Boca de La Ceiba. ---------- 24
Tabla 7. Parámetros de Construcción de Curvas IDF Estación Boca de La Ceiba ---------- 25
Tabla 8. Precipitaciones Máximas Anuales en 24 Horas Boca de La Ceiba. - 26
Tabla 9. Valores de Intensidad para Diferentes Periodos de Retorno, Estación Bocas de La Ceiba ---------- 27
Tabla 11. Áreas Tributarias Eje 13 ---------- 30
Tabla 12. Áreas Tributarias Eje 14. ---------- 30
Tabla 13. Áreas Tributarias Eje 15. ---------- 30
Tabla 14. Áreas Tributarias Eje 16. ---------- 30
Tabla 15. Áreas Tributarias Eje 17 ---------- 30
Tabla 16. Áreas Tributarias Eje 18. ---------- 31
Tabla 17. Áreas Tributarias Eje 19. ---------- 31
Tabla 18. Áreas Tributarias Eje 20. ---------- 31
Tabla 19. Áreas Tributarias Eje 21. ---------- 31
Tabla 20. Áreas Tributarias Eje 22. ---------- 31
Tabla 21. Áreas Tributarias Eje 23. ---------- 31
Tabla 22. Áreas Tributarias Eje 24. ---------- 32
Tabla 23. Áreas Tributarias Eje 25. ---------- 32

Carrera 23 N° 124-87
Edificio Torre Zentai - Oficina 404 II
Bogotá - Colombia

T : +57 (1) 221 1077
M: +57 300 517 38 99
E : gerencia.convialsas@gmail.com

Tabla 10. Valores del Coeficiente de Escorrentía en Áreas Urbanas. ----------34
Tabla 27. Coeficientes de escorrentía eje 13. ---------- 35
Tabla 28. Coeficientes de escorrentía eje 14. ---------- 35
Tabla 29. Coeficientes de escorrentía eje 15. ---------- 35
Tabla 30. Coeficientes de escorrentía eje 16. ---------- 36
Tabla 31. Coeficientes de escorrentía eje 17. ---------- 36
Tabla 32. Coeficientes de escorrentía eje 18. ---------- 37
Tabla 33. Coeficientes de escorrentía eje 19.. ---------- 37
Tabla 34. Coeficientes de escorrentía eje 20. ---------- 37
Tabla 35. Coeficientes de escorrentía eje 21. ---------- 38
Tabla 36. Coeficientes de escorrentía eje 22. ---------- 38
Tabla 37. Coeficientes de escorrentía eje 23. ---------- 38
Tabla 38. Coeficientes de escorrentía eje 24. ---------- 39
Tabla 39. Coeficientes de escorrentía eje 25. ---------- 39
Tabla 11. Valores de periodo de retorno para diferentes obras ----------40
Tabla 43. Cálculo de caudales Eje 13. ---------- 43
Tabla 44. Cálculo de caudales Eje 14 ---------- 43
Tabla 45. Cálculo de caudales Eje 15. ----------44
Tabla 46. Cálculo de caudales Eje 16. ----------44
Tabla 47. Cálculo de caudales Eje 17. ---------- 45
Tabla 48. Cálculo de caudales Eje 18. ---------- 45
Tabla 49. Cálculo de caudales Eje 19. ---------- 45
Tabla 50. Cálculo de caudales Eje 20. ----------46
Tabla 51. Cálculo de caudales Eje 21. ----------46
Tabla 52. Cálculo de caudales Eje 22. ----------46
Tabla 53. Cálculo de caudales Eje 23. ---------- 47
Tabla 54. Cálculo de caudales Eje 24. ---------- 47
Tabla 55. Cálculo de caudales Eje 25. ----------48
Tabla 12. Velocidades y fuerza tractiva máximas permisibles. ----------51
Tabla 59. Análisis hidráulico de drenajes superficiales eje 13. ---------- 53
Tabla 60. Análisis hidráulico de drenajes superficiales eje 14. ---------- 53

Carrera 23 N° 124-87
Edificio Torre Zentai - Oficina 404 II
Bogotá - Colombia

T : +57 (1) 221 1077
M: +57 300 517 38 99
E : gerencia.convialsas@gmail.com

Tabla 61. Análisis hidráulico de drenajes superficiales eje 15. ---------- 54
Tabla 62. Análisis hidráulico de drenajes superficiales eje 16. ---------- 54
Tabla 63. Análisis hidráulico de drenajes superficiales eje 17. ---------- 55
Tabla 64. Análisis hidráulico de drenajes superficiales eje 18. ---------- 55
Tabla 65. Análisis hidráulico de drenajes superficiales eje 19. ---------- 56
Tabla 66. Análisis hidráulico de drenajes superficiales eje 20. ---------- 56
Tabla 67. Análisis hidráulico de drenajes superficiales eje 21. ---------- 56
Tabla 68. Análisis hidráulico de drenajes superficiales eje 22. ---------- 56
Tabla 69. Análisis hidráulico de drenajes superficiales eje 23. ---------- 57
Tabla 70. Análisis hidráulico de drenajes superficiales eje 24.. ---------- 58
Tabla 71. Análisis hidráulico de drenajes superficiales eje 25. ---------- 58
Tabla 13. Límites de Inundación permisibles de cunetas en vías urbanas. --60
Tabla 14. Parámetros de diseño zona de Inundación. ----------61
Tabla 15. Longitud máxima de saturación Cuña para un ancho de calzada de 6.00 m. ---------- 62

Carrera 23 N° 124-87
Edificio Torre Zentai - Oficina 404 II
Bogotá - Colombia

T : +57 (1) 221 1077
M: +57 300 517 38 99
E : gerencia.convialsas@gmail.com

LISTADO DE FIGURAS

Figura 1. Localización del sector----------15
Figura 2. Hidrografía Municipio de Montería. ---------- 18
Figura 3. Localización de las Estaciones Cercanas al Área de -estudio (Boca de La Ceiba). ----------19
Figura 4. Variación mensual de la precipitación en la estación Boca de La Ceiba.----------21
Figura 5. Representación gráfica de precipitaciones máximas ajustadas a diferentes funciones de probabilidad en la estación Boca de La Ceiba. ---- 23
Figura 6. Representación gráfica de precipitaciones máximas ajustadas a funciones de probabilidad Log Normal y Log Pearson III. en la estación Boca de La Ceiba. ---------- 23
Figura 7. Curva de Intensidad, Duración y Frecuencia, Estación El Corazón27
Figura 8. Sección trasversal zonas de inundación ----------28
Figura 9. Sección trasversal Canal "G" ----------29
Figura 10. Áreas tributarias. ----------29
Figura 10. Curva Capacidad Vs Pendiente para un ancho de calzada de 6.00 m.----------63
Figura 11. Zona de Inundación en Sección de Vía. ----------64
Figura 12. Localización Canal "G". ----------64
Figura 13. Curva Capacidad Vs Pendiente Canal en "G".----------65

LISTADO DE ANEXOS

Anexo 1. Información hidroclimatológica
Anexo 2. Análisis Hidrológico
Anexo 3. Evaluación hidráulica Zona de inundación.
Anexo 4. Evaluación de áreas aferentes.

Carrera 23 N° 124-87
Edificio Torre Zentai - Oficina 404 II
Bogotá - Colombia

T : +57 (1) 221 1077
M: +57 300 517 38 99
E : gerencia.convialsas@gmail.com

1 INTRODUCCIÓN

El presente informe correspondiente al volumen VII de los estudios y diseños de hidrología e hidráulica requeridos en el proyecto de "DISEÑO DE VÍAS URBANAS EN EL MUNICIPIO DE MONTERIA DEPARTAMENTO DE CÓRDOBA" conforme al contrato de obra No. ICCU-1246 de 2023; contiene los resultados hidrológicos e hidráulicos para los diferentes segmentos viales urbanos correspondientes al grupo de prioridad 1B de la comuna 3 en el municipio de Montería, Departamento de Córdoba.

El desarrollo de los estudios se efectúa a partir de la información cartográfica del Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC) e información hidroclimatológica de la red de estaciones del Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM) y la Corporación Autónoma Regional de Los Valles del Sinú y Del San Jorge en el departamento de Córdoba.

El alcance de los estudios hidrológicos comprende el análisis de lluvias de los tramos en estudio y la obtención de caudales a diferentes periodos de retorno para el diseño de las estructuras de drenaje, así como también comprende la valoración de los parámetros morfométricos principales de la cuenca, la evaluación de lluvias de diseño, proyección de caudales, a través de la aplicación de modelos Lluvia-Caudal, como lo es el propuesto por el Soil Conservation Service.

Respecto a los cálculos hidráulicos, se determinan en primera instancia las estructuras existentes a partir de la actualización del inventario de obras del corredor. Posteriormente, se realiza el diseño de las nuevas obras conforme a las variaciones del diseño geométrico o por requerimientos hidrológicos.

Carrera 23 N° 124-87
Edificio Torre Zental - Oficina 404 II
Bogotá - Colombia

T : +57 (1) 221 1077
M: +57 300 517 38 99
E : gerencia.convialsas@gmail.com

2 OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GENERAL

Realizar el estudio hidrológico, hidráulico y de drenaje para la comuna 3, según el contrato de obra No. ICCU-1246 de 2023 cuyo objeto es "DISEÑO DE VÍAS URBANAS EN EL MUNICIPIO DE MONTERIA DEPARTAMENTO DE CÓRDOBA".

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Realizar estudios hidrológicos de los tramos urbanos en el municipio de Montería dispuestos en el grupo 1B de intervención, con el fin de determinar el régimen de lluvias y definir los caudales de las áreas que aportan al proyecto.

- Desarrollar estudios hidráulicos de las estructuras necesarias para el manejo y control de las aguas superficiales dentro del área de influencia del corredor vial. Esto incluye la definición de los parámetros hidráulicos requeridos para el dimensionamiento de las estructuras de drenaje y obras de protección, en cumplimiento con la normativa vigente establecida en el Manual de Drenaje para Carreteras del Instituto Nacional de Vías (INVIAS, 2009).

Carrera 23 N° 124-87
Edificio Torre Zentai - Oficina 404 II
Bogotá - Colombia

T : +57 (1) 221 1077
M: +57 300 517 38 99
E : gerencia.convialsas@gmail.com

3 DEFINICIÓN DE TÉRMINOS

Dado que el presente informe relaciona un abundante lenguaje técnico, la Consultoría ha considerado incluir una breve explicación, a manera de definición, de algunos conceptos y términos técnicos para compresión del lector.

Área tributaria. Superficie que drena hacia un tramo o un punto determinado.

Arcilla. Partículas cuyo diámetro es del orden de 0,00024 a 0,004 mm.

Arena. Fragmento de roca, cuyo diámetro es del orden de 0,062 a 2,0 mm.

Caudal. Relación entre el volumen de agua contra el tiempo producido por una corriente de agua.

Coeficiente de escorrentía. Relación que existe entre la escorrentía y la cantidad de agua lluvia que cae en una determinada área.

Coeficiente de rugosidad. Parámetro que representa el efecto friccional del contorno del lecho en un río o de un conducto sobre el flujo.

Contracción. Efecto natural de reducción en un cauce o la constricción que ejerce un puente sobre las líneas del flujo de la corriente.

Cuenca. Una cuenca hidrográfica es un área definida topográficamente, drenada por un curso de agua o un sistema conectado de cursos de agua, tal que todo el caudal efluente es descargado a traes de una salida simple.

Curvas intensidad – duración - frecuencia. Curvas que relacionan la intensidad de precipitación contra la frecuencia (periodo de retorno) y el tiempo de duración de la lluvia.

Diámetro medio aritmético, D50. Corresponde al diámetro del material promedio en peso; es decir, el tamaño del material en las abscisas de la curva granulométrica que corresponde al 50 por ciento en las ordenadas.

Drenaje. Remoción natural o artificial del agua superficial y subsuperficial de un área determinada.

Carrera 23 N° 124-87
Edificio Torre Zentai - Oficina 404 II
Bogotá - Colombia

T : +57 (1) 221 1077
M: +57 300 517 38 99
E : gerencia.convialsas@gmail.com

Escorrentía. Agua que escurre por los terrenos de la hoya hidrográfica superficialmente (escorrentía superficial) o subterráneamente (escorrentía subterránea).

Estación limnigráfica. Estación en una sección transversal de una corriente de agua en la cual se llevan a cabo medidas continúas de lecturas de mira.

Estación limnimétrica. Estación en una sección transversal de una corriente de agua en la cual se llevan a cabo medidas discontinuas de lecturas de mira.

Granulometría. Distribución dimensional de las partículas de un suelo o agregado, la cual se expresa por la proporción en peso de material existente de cada tamaño.

Grava. Fragmento de roca, cuyo diámetro oscila entre 2 a 64 mm

Hidrograma de creciente. Es la relación entre el caudal y el tiempo para un evento de creciente en una hoya hidrográfica.

Hietograma de precipitación. Es la relación entre la lluvia y el tiempo en un diagrama de barras.

IDEAM. Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales de Colombia.

Infiltración: Formación de un paso de agua en forma de conducto a través de materiales naturales o artificiales, cuando las resultantes de todas las fuerzas que actúan sobre las partículas del suelo tienen una componente vertical en el sentido de la gravedad.

Limo. Partículas cuyo diámetro es del orden de 0,004 a 0,062 mm.

Lluvia neta o efectiva. Es la lluvia que causa escorrentía superficial. Es igual a la lluvia total menos la intercepción menos la detención superficial y menos la infiltración.

Longitud resultante. Longitud de la trayectoria de flujo que sigue la línea de la pendiente resultante, medida desde el punto más alto de la pendiente hasta que el punto en que el agua abandona la corona.

Márgenes, a la izquierda (o la derecha). Lados de un cauce como se ve en la dirección hacia aguas abajo. Lados de un cauce entre los que el flujo es normalmente confinado.

Carrera 23 N° 124-87
Edificio Torre Zental - Oficina 404 II
Bogotá - Colombia

T : +57 (1) 221 1077
M: +57 300 517 38 99
E : gerencia.convialsas@gmail.com

Material del lecho. Material encontrado en y sobre el lecho de una corriente (puede ser transportado como carga de fondo o en suspensión).

Orientación de la trayectoria de flujo. Ángulo entre la pendiente transversal de la carretera y la pendiente resultante.

Pendiente resultante. Pendiente a través de la cual fluye el agua superficial, que se obtiene como resultado de la combinación de las pendientes transversal y longitudinal de la corona.

Periodo de retorno. Número de años que en promedio la magnitud de un evento extremo es igualada o excedida.

Precipitación. Caída del agua desde la atmósfera al suelo en forma líquida y sólida.

Profundidad de socavación. Distancia vertical que desciende un cauce por socavación a partir de un nivel de referencia.

Registro pluviográfico. Registro de precipitación obtenido por medio de un pluviógrafo (aparato que registra medidas continuas en el tiempo de precipitación).

Registro pluviométrico. Registro de precipitación obtenido por medio de un pluviómetro (aparato que registra medidas discontinuas en el tiempo de precipitación).

Socavación. Erosión del lecho o de las márgenes debido a corrientes de agua; frecuentemente se considera como localizada (ver socavación local, socavación por contracción y socavación total).

Thalweg. Línea a lo largo de una corriente que sigue la mayor profundidad del lecho en el cauce.

Tiempo al pico de la hoya. Tiempo entre el inicio de la lluvia efectiva y el caudal pico del hidrograma unitario de escorrentía superficial.

Tiempo de concentración. Tiempo de recorrido de la escorrentía superficial desde el punto más alejado de la cuenca de drenaje hasta el punto de salida considerado. En alcantarillados es la suma del tiempo de entrada y de recorrido.

Carrera 23 N° 124-87
Edificio Torre Zentai - Oficina 404 II
Bogotá - Colombia

T : +57 (1) 221 1077
M: +57 300 517 38 99
E : gerencia.convialsas@gmail.com

Vallado. Depresión del terreno natural o artificial destinada a conducir aguas producto de las lluvias. Sistema de drenaje tipo canales en tierra.

4 METODOLOGIA PARA EL DESARROLLO DE LOS ESTUDIOS

El procedimiento para la realización de los estudios de hidrología e hidráulica contempla los siguientes parámetros:

- Realización de una visita técnica en las vías en estudio, ubicadas en el municipio de Montería, en el departamento de Córdoba.
- Análisis de la información hidrometeorológica y cartográfica recopilada de la zona de estudio, con el fin de identificar las variables involucradas en el estudio hidrológico.
- Evaluación de la precipitación media mediante un análisis de la distribución temporal y espacial de la lluvia que podría afectar las actividades de construcción.
- Determinación de las áreas de drenaje tributarias correspondientes al tramo a diseñar.
- Cálculo de los caudales máximos para el periodo de retorno de 10 años, a través de la construcción de un modelo lluvia-caudal o mediante la proyección de caudales, dependiendo de la disponibilidad de información hidrométrica.
- Diseño del drenaje vial basado en los levantamientos topográficos y el diseño geométrico del proyecto.
- Determinación de los parámetros hidráulicos de las obras diseñadas, utilizando la geometría obtenida de la topografía, el trabajo de oficina, y los registros y observaciones de campo.
- Elaboración de conclusiones y recomendaciones a tener en cuenta para los diseños de las demás disciplinas y actividades durante la etapa de construcción.

Carrera 23 N° 124-87
Edificio Torre Zentai - Oficina 404 II
Bogotá - Colombia

T : +57 (1) 221 1077
M: +57 300 517 38 99
E : gerencia.convialsas@gmail.com

5 LOCALIZACIÓN

El proyecto en consideración se localiza en la zona urbana del Municipio de Montería en la comuna 3, en el Departamento de Córdoba. A partir de la condición actual de la vía y el análisis interdisciplinario, se realizó el análisis de la escorrentía y sistema de drenaje para cada uno de los corredores.

El diseño está orientado al mejoramiento del drenaje actual de los corredores.

A continuación, se presentan las vías objeto del estudio correspondientes al Grupo 1B y una imagen del sector en la Figura 1:

Tabla 1. Tramos viales para diseñar

CONSECUTIVO	No. EJE	ANCHO DE CALZADA (m)	LONGITUD (m)	BARRIO	DIRECCION
PROYECTO N°1 B					
14	13	10.30	342.10	BUENAVISTA	CRA 4 ENTRE LAS CALLES 17 Y 13
15	24	7.00	150.49		CALLE 16 ENTRE LAS CRAS 7 Y 3A
16	14	7.00	84.21		CALLE 11 ENTRE LAS CRAS 3 Y 4
17	15	5.50	86.87		CRA 4 ENTRE LAS CALLES 11 Y 12
18	25	4.00	119.64	SIMON BOLIVAR, BRISAS DEL SINU Y SANTA FE	CRA 1D ENTRE LAS CALLES 1 Y 2
19	19	4.00	115.14		CRA 1E ENTRE LAS CALLES 1 Y 2
20	20	6.00	107.52		CALLE 2 ENTRE LAS CRAS 1aA Y 1E
21	21	6.00	164.86		CRA 1B ENTRE LAS CALLES 2 Y 3
22	22	6.60	114.41		CALLE 3 ENTRE LAS CRAS 1B Y 1E
23	23	5.00	754.99	SANTANDER Y PASTRANA BORRERO	TRANSVERSAL 1a SUR ENTRE LAS DIAGONALES 14SUR Y 0 SUR
24	16	6.00	646.97	LA GRANJA	DIAGONAL 21 ENTRE TRANSVERSAL 5 Y 1A
25	18	5.00	137.81		TRANSVERSAL 1a ENTRE DIAGONAL 22 Y 19
26	17	6.00	181.67		DIAGONAL 22 ENTRE CARRERA 3 Y TRANSVERSAL 2

Fuente. Esta consultoría, 2024

Carrera 23 N° 124-87
Edificio Torre Zentai - Oficina 404 II
Bogotá - Colombia

T : +57 (1) 221 1077
M: +57 300 517 38 99
E : gerencia.convialsas@gmail.com

Figura 1. Localización del sector



Fuente. Google (2024). [Calle 70, Carepa, Colombia]. Google Earth. https://www.googleearth.com

La topografía de Montería es básicamente plana, con algunas elevaciones de menor importancia. La parte occidental de la ciudad está surcada por la serranía de Las Palomas. Al norte limita con el municipio de Cereté, Puerto Escondido y San Pelayo; al este con San Carlos y Planeta Rica; al sur con Tierralta y Valencia; al oeste con el departamento de Antioquia y los municipios de Canalete, Puerto Escondido y Los Córdobas.

La ciudad está surcada por numerosos caños y riachuelos, la principal fuente hídrica de Montería la constituye el río Sinú.

El clima de la ciudad de Montería es cálido tropical con una estación de sequía y una de lluvias a lo largo del año. La temperatura promedio anual de la ciudad es de 28°C con picos superiores a 40°C en temporada canicular. La humedad relativa promedio es de 78%

A continuación, se presentan los parámetros climáticos más comunes del municipio de Montería:

Carrera 23 N° 124-87
Edificio Torre Zentai - Oficina 404 II
Bogotá - Colombia

T : +57 (1) 221 1077
M: +57 300 517 38 99
E : gerencia.convialsas@gmail.com

Tabla 2. Parámetros Climáticos Promedio AEROPUERTO LOS GARZONES (Montería)

MEDIOS	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
PRECIPITACION	3.3	16.1	25.7	85.9	158	151	147	170	178	174	86.2	35.1
No. DIAS	1	1	1	5	9	8	8	10	10	9	6	2
T.MED MAX	34.6	35.3	35.8	35.6	35	35	34.6	34.5	34.3	33.6	33.1	33.5
TEMP. MEDIA	28.8	28	28.2	28.8	28.4	28.5	28.6	28	28.2	28.2	27.9	27.9
T.MED MIN	21.1	20.8	20.6	20.5	21	22.3	20.8	20.3	19.9	20.9	21.1	20.5
T.MAX ABS	35.6	37	37	36.9	35.5	35.8	35.8	35.3	36.5	34.6	34.2	35
T.MIN ABS	20	20	19.9	19	20	22	19.8	19.4	19.6	20	20	20
HUMEDAD	72	76	76	75	79	79	78	81	80	79	80	80
NUBOSIDAD	4	5	5	5	6	6	5	6	6	6	5	5
BRILLO	174	136	129	109	113	125	160	137	111	93.1	112	144

Fuente. IDEAM.

El proyecto tiene como objetivo mejorar la infraestructura del casco urbano del municipio de Montería, permitiendo una mayor fluidez vehicular y peatonal. Asimismo, se espera que estas mejoras fomenten el desarrollo económico y social, al mejorar el acceso a comercios, servicios públicos y zonas residenciales.

Carrera 23 N° 124-87
Edificio Torre Zentai - Oficina 404 II
Bogotá - Colombia

T : +57 (1) 221 1077
M: +57 300 517 38 99
E : gerencia.convialsas@gmail.com

6 DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA DE DRENAJE

El proyecto de intervención vial se ubica en el centro urbano del municipio de Montería, con una longitud de aproximadamente 2.8 km. Las vías por intervenir, tiene un ancho de calzada variable entre 5 m y 10.5 m, compuesta por dos carriles de circulación pavimentados en concreto hidráulico.

El sistema de drenaje asociado al área de intervención se caracteriza por estar en una zona de relieve plano, donde predomina la vegetación típica de la región, con abundancia de pastos limpios y áreas de cultivos en las zonas aledañas. A lo largo de los corredores, se observan múltiples cruces de pequeños cuerpos de agua que forman parte de la red hídrica local, incluyendo canales y caños menores que desembocan en el río Sinú, así como zonas de escorrentía superficial.

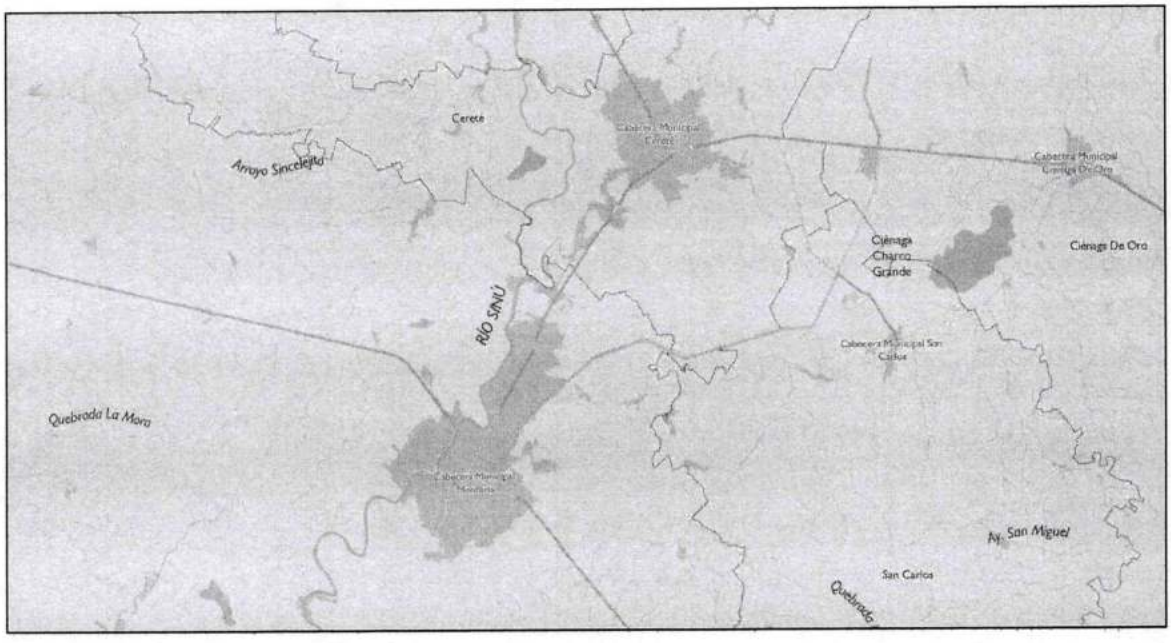
La infraestructura de drenaje existente incluye una combinación de canales que permiten el paso de las aguas pluviales y la escorrentía de un lado al otro de la vía. Estos canales están distribuidos en puntos clave a lo largo del tramo intervenido, asegurando el manejo adecuado de las aguas que atraviesan el centro urbano y evitando posibles afectaciones a las áreas circundantes.

Además, se identifican varios cruces de quebradas y caños que interceptan la vía, donde se proyecta mejorar la capacidad de los sistemas de drenaje transversales para evitar posibles inundaciones en periodos de lluvia intensa, comunes en la región de Montería debido a su clima cálido y húmedo. Los sistemas de drenaje serán adecuados para permitir un flujo continuo de las aguas y mitigar riesgos de afectación a la infraestructura vial.

Carrera 23 N° 124-87
Edificio Torre Zentai - Oficina 404 II
Bogotá - Colombia

T : +57 (1) 221 1077
M: +57 300 517 38 99
E : gerencia.convialsas@gmail.com

Figura 2. Hidrografía Municipio de Montería.



Fuente: IGAC.

Carrera 23 N° 124-87
Edificio Torre Zentai - Oficina 404 II
Bogotá - Colombia

T : +57 (1) 221 1077
M: +57 300 517 38 99
E : gerencia.convialsas@gmail.com

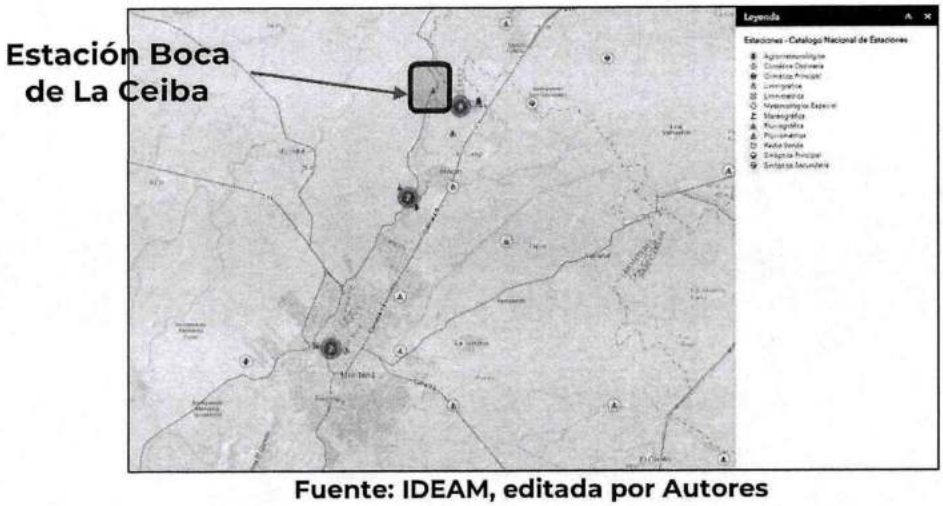
7 INFORMACIÓN HIDROLÓGICA

El desarrollo de los estudios se efectúa a partir de la información cartográfica del Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC) e información hidroclimatológica de la red de estaciones del Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM).

El alcance de los estudios hidrológicos comprende el análisis de lluvias del área en estudio y obtención de caudales a diferentes periodos de retorno para el diseño de las estructuras proyectadas.

En la Figura 3, se observa la localización de las estaciones cercanas a la zona del proyecto. En la Tabla 3 se relacionan las estaciones hidroclimatológicas de la zona de estudio seleccionadas. La estación empleada para la obtención de precipitaciones es la Estación Boca de Ceiba, esta estación es la más cercana al proyecto que se encuentra activa y con información de una serie de datos desde el año 1970 al 2023 que se encuentra en una elevación de 20 msnm, altura que representa la elevación en la que se encuentra el trazado de la vía de estudio. La información de los datos hidrológicos se encuentra en el **Anexo 1. Información hidroclimatológica**.

Figura 3. Localización de las Estaciones Cercanas al Área de -estudio (Boca de La Ceiba).



Fuente: IDEAM, editada por Autores

Tabla 3. Información de la Estación Hidro climatológica Identificada.

N	CÓDIGO	TIPO	NOMBRE	MUNICIPIO	COORDENADAS		ALTURA (msnm)	FECHA DE INSTALACIÓN	FECHA DE SUSPENCIÓN
					LATITUD	LONGITUD			
1	13070070	Pluviométrica	Boca de La Ceiba	Montería	8.829917	-75.856111	20	15/01/1970	

Fuente. IDEAM.

Carrera 23 N° 124-87
Edificio Torre Zentai - Oficina 404 II
Bogotá - Colombia

T : +57 (1) 221 1077
M: +57 300 517 38 99
E : gerencia.convialsas@gmail.com

7.1 ANÁLISIS DE LLUVIAS

La caracterización de lluvias para la zona de estudio se realizó a partir de los registros de la estación Boca de La Ceiba del Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales IDEAM, la cual se encuentra ubicada en una elevación de 20msnm; estación que cuentan con registro de datos desde el año 1994 al año 2023.

7.1.1 VARIACIÓN TEMPORAL DE PRECIPITACIÓN

los valores de precipitación no presentan grandes cambios en la mayoría de los años, lo que contribuye a mantener un factor climático casi homogéneo, con precipitaciones mayores a 1000 mm. En las tablas siguientes se muestra el comportamiento de las lluvias a escala anual para la estación BOCA DE LA CEIBA_EST, la cual registra mayores valores de precipitación media anual.

Tabla 4: Comportamiento estadístico de la precipitación para la estación BOCA DE LA CEIBA_EST

AÑO	PRECIPITACIÓN TOTAL DIARIA (mm)		
	MÁXIMA	MÍNIMA	TOTAL ANUAL
1994	109	0	1702
1995	82	0	1243
1996	94	0	1467
1997	90	0	1106
1998	86	0	1417
1999	105	0	1118
2000	130	0	1178
2001	102	0	4652
2002	84	0	3588
2003	112	0	4990
2004	84	0	4243
2005	84	0	4932
2006	98	0	5294
2007	86	0	5949
2008	110	0	5549
2009	80	0	4449
2010	97	0	5476
2011	90	0	5451
2011	90	0	5451
2012	130	0	4956
2013	108	0	4563
2014	135	0	4237
2015	95	0	4719
2016	100	0	5047
2017	106	0	4966
2018	137	0	5245
2019	120	0	4875
2020	140	0	4841
2021	90	0	5235
2022	85	0	5172
2023	96	0	6949
PROMEDIO	102	0	4154

Carrera 23 N° 124-87
Edificio Torre Zentai - Oficina 404 II
Bogotá - Colombia

T : +57 (1) 221 1077
M: +57 300 517 38 99
E : gerencia.convialsas@gmail.com

AÑO	PRECIPITACIÓN TOTAL DIARIA (mm)		
	MÁXIMA	MÍNIMA	TOTAL ANUAL
MÍN	80	0	1106
MÁX	140	0	6949
D.E	17.52	0	1665.51
VARIANZA	306.88	0	2773896.66
COEF. ASIMETRIA	0.82		-0.9
CURTOSÍS	-0.38		-0.48

Fuente. Esta consultoría, 2024

7.1.1.1 PRECIPITACIÓN TOTAL MENSUAL MULTIANUAL (mm)

La estación Boca de La Ceiba registro una precipitación media total multianual de 4153.60 mm y un promedio mensual de 4153.62mm en el un régimen monomodal, donde los periodos de mayores de precipitación se presentan entre los meses de mayo a noviembre.

Figura 4. Variación mensual de la precipitación en la estación Boca de La Ceiba.



Fuente. Esta consultoría, 2024

Carrera 23 N° 124-87
Edificio Torre Zental - Oficina 404 II
Bogotá - Colombia

T : +57 (1) 221 1077
M: +57 300 517 38 99
E : gerencia.convialsas@gmail.com

7.1.1.2 PRECIPITACIONES MÁXIMAS EN 24 HORAS

A partir de los registros de precipitación máximos en 24 horas en cada estación de influencia sobre las cuencas, se realizó el ajuste estadístico mediante diferentes funciones de distribución de probabilidad, seleccionando el mejor ajuste, con el propósito de estimar las precipitaciones máximas asociadas a diferentes periodos de retorno, entre 2.33 y 100 años. El caudal con periodo de retorno de 2.33 años Q2.33 corresponde al caudal promedio en la distribución Gumbel de acuerdo con el numeral 2.5.4. Análisis regional de caudales máximos instantáneos anuales del manual de drenaje para carreteras.

A partir de los datos de precipitación registrados se realizó la prueba de datos dudosos según la metodología expuesta por Water Resources Council U.S. encontrando que no se presentan datos dudosos de la serie de registros.

Se realizó la prueba de Chi 2 y la prueba de Smirnov Kolgomorov para la distribución Normal, Log Normal, Pearson III, Log Pearson II, Gumbel. (Ver Anexo 2 Análisis Hidrológico)

Tabla 5. Resultados Prueba Smirnov Kolmogorov estación Boca de La Ceiba.

Kolmogorov-Smirnov test for:All data	a=1%	a=5%	a=10%	Attained a	DMax
Normal	ACCEPT	ACCEPT	ACCEPT	59.9034%	0.10434
LogNormal	ACCEPT	ACCEPT	ACCEPT	93.6400%	0.07291
Pearson III	ACCEPT	ACCEPT	ACCEPT	91.9633%	0.07527
Log Pearson III	ACCEPT	ACCEPT	ACCEPT	93.3865%	0.07328
EV1-Max (Gumbel)	ACCEPT	ACCEPT	ACCEPT	67.8462%	0.09792

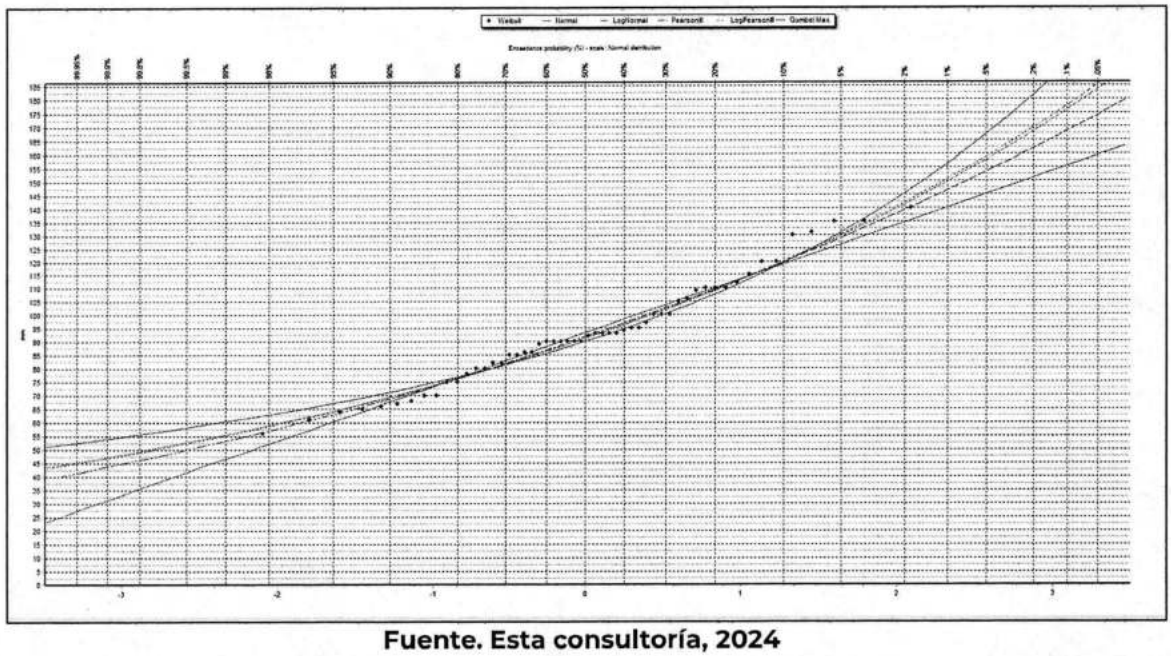
Tabla 6. Resultados Prueba Chi² estación Boca de La Ceiba.

X-Square test for All data	a=1%	a=5%	a=10%	Attained a	Pearson
Normal	ACCEPT	ACCEPT	REJECT	8.37688%	8.22222
LogNormal	ACCEPT	ACCEPT	ACCEPT	22.8568%	5.62963
Pearson III	ACCEPT	REJECT	REJECT	1.62084%	10.2963
Log Pearson III	ACCEPT	ACCEPT	ACCEPT	13.1088%	5.62963
EV1-Max (Gumbel)	ACCEPT	ACCEPT	ACCEPT	39.6074%	4.07407

Carrera 23 N° 124-87
Edificio Torre Zentai - Oficina 404 II
Bogotá - Colombia

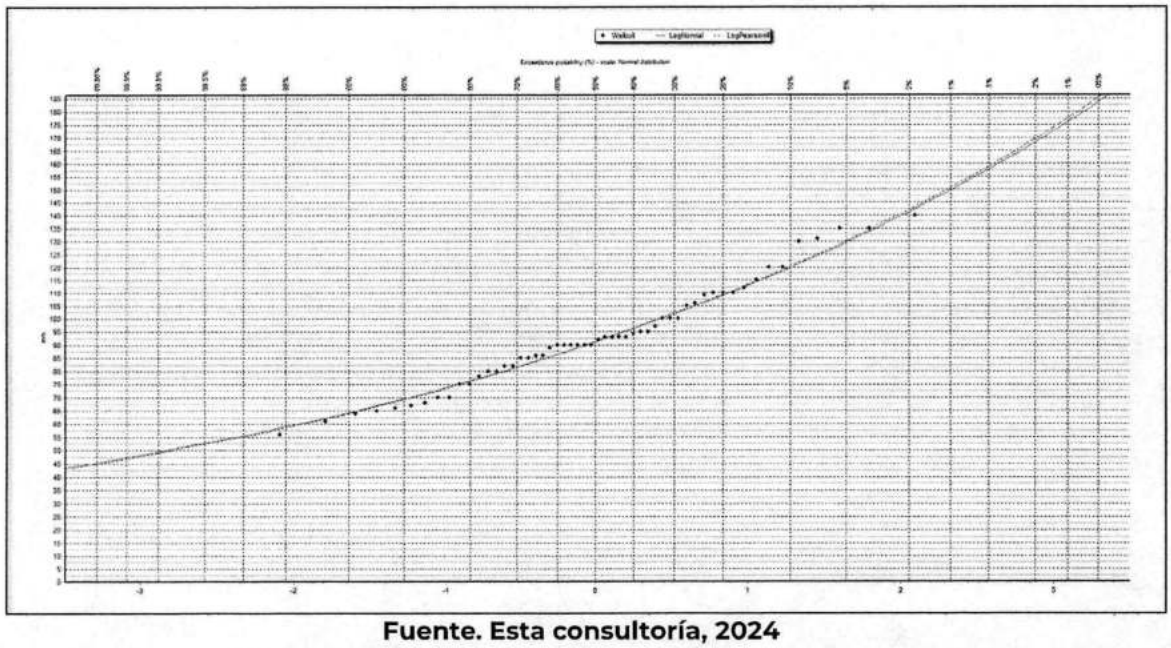
T : +57 (1) 221 1077
M: +57 300 517 38 99
E : gerencia.convialsas@gmail.com

Figura 5. Representación gráfica de precipitaciones máximas ajustadas a diferentes funciones de probabilidad en la estación Boca de La Ceiba.



Fuente. Esta consultoría, 2024

Figura 6. Representación gráfica de precipitaciones máximas ajustadas a funciones de probabilidad Log Normal y Log Pearson III. en la estación Boca de La Ceiba.



Fuente. Esta consultoría, 2024

Carrera 23 N° 124-87
Edificio Torre Zentai - Oficina 404 II
Bogotá - Colombia

T : +57 (1) 221 1077
M: +57 300 517 38 99
E : gerencia.convialsas@gmail.com

Para definir la serie que mejor se ajusta a los registros analizados de la estación Boca de La Ceiba se comprobó por Chi² obteniendo que la frecuencia que mejor se ajusta corresponde a la frecuencia Gumbel, en cuanto al análisis por la prueba de Smirnov Kolmogorov se obtiene que la frecuencia que mejor se ajusta corresponde a la de Log Normal, finalmente como tercer prueba de verificación de frecuencias se realiza en análisis gráfico de las diferentes funciones de distribución de probabilidad obteniendo que el mejor ajuste corresponde a Log Normal. En la Figura 5 se puede observar las diferentes funciones de distribución.

De acuerdo con el análisis de diferentes funciones de probabilidad para la estación Boca de La Ceiba se realiza la adopción de distribución Log Normal. En la Tabla 7 se presentan los valores de precipitaciones adoptados. (Ver anexo 2.)

Tabla 7. Precipitaciones máximas para la distribución de frecuencia Log Normal Estación Boca de La Ceiba.

TR	Precipitación (mm)	Probabilidad de no Excedencia P
2.33	59.85	0.57
5	64.40	0.80
10	69.56	0.90
20	76.37	0.95
25	79.13	0.96
50	91.31	0.98
100	91.35	0.99

Fuente. Esta consultoría, 2024

7.1.2 CURVA DE INTENSIDAD, DURACIÓN Y FRECUENCIA

Para la determinación de la intensidad media, inicialmente se consultó en el IDEAM la existencia de estas curvas para las estaciones analizadas, encontrando que no hay disponibilidad de esta información.

Se empleó la metodología para la obtención de curvas IDF incluida dentro del manual de drenaje de carreteras de INVIAS. La curva empleada fue construida a partir de los datos que se muestran en la Tabla 8 aplicando la ecuación de curvas sintéticas regionalizadas de Intensidad – duración – y

Carrera 23 N° 124-87
Edificio Torre Zental - Oficina 404 II
Bogotá - Colombia

T : +57 (1) 221 1077
M: +57 300 517 38 99
E : gerencia.convialsas@gmail.com

frecuencia, Vargas, R. y Díaz Granados, M. 1998, como lo indica el Manual de Drenaje Vial del INVIAS. La estación seleccionada para el análisis de caudales es la estación Boca de La Ceiba, toda vez que lo expuesto en el análisis de distribución espacial de lluvias corresponde a la estación que mejor representa las condiciones pluviométricas del Sector y correspondía al área de influencia de cada estación aplicando la metodología de polígonos de Thiessen.

La ecuación para el cálculo de la Intensidad se relaciona a continuación:

$$i = a \cdot \frac{T^b}{t^c} \cdot M^d \cdot N^e \cdot PT^f$$

Donde,

i = Intensidad (mm/h)
a, b, c y d parámetros de la región
T = Periodo de Retorno (años)
t = Duración de la Lluvia (hora)
M = Promedio de Precipitación Máxima anual en 24 horas (mm)
N= Promedio de Número de días de Lluvia anual.
PT= Promedio del Total de Precipitaciones en el año.

Tabla 8. Parámetros de Construcción de Curvas IDF Estación Boca de La Ceiba

Parámetros Según la Región	
a	8.51
b	0.21
c	0.5
d	-0.01
e	-0.08
f	0.28
Parámetros Hidrológicos	
M	93.39
N	68.05
PT	1415.38

Fuente. Esta consultoría, 2024

Los parámetros utilizados para la construcción de la curva IDF corresponden a la región Caribe según la metodología de Vargas y Díaz Granados.

Carrera 23 N° 124-87
Edificio Torre Zentai - Oficina 404 II
Bogotá - Colombia

T : +57 (1) 221 1077
M: +57 300 517 38 99
E : gerencia.convialsas@gmail.com

El valor de M fue establecido como el promedio de los valores de precipitación máxima anual en 24 horas, dichos valores se muestran en la Tabla 9 para la estación El Corazón. En cuanto a los datos de las precipitaciones máximas mensuales en 24 horas, se encuentran en el **Anexo 1. Información hidroclimatológica**.

Tabla 9. Precipitaciones Máximas Anuales en 24 Horas Boca de La Ceiba.

Año	No. Días Lluvia	Prec. Máx 24h
1994	79	109
1995	79	82
1996	76	94
1997	59	90
1998	74	86
1999	52	105
2000	73	130
2001	275	102
2002	250	84
2003	287	112
2004	253	84
2005	280	84
2006	288	98
2007	292	86
2008	280	110
2009	248	80
2010	274	97
2011	272	90
2012	262	130
2013	225	108
2014	211	135
2015	198	95
2016	219	100
2017	240	106
2018	238	137
2019	210	120
2020	221	140
2021	244	90
2022	250	85
2023	309	96
PROMEDIO	**210.6**	**102.17**

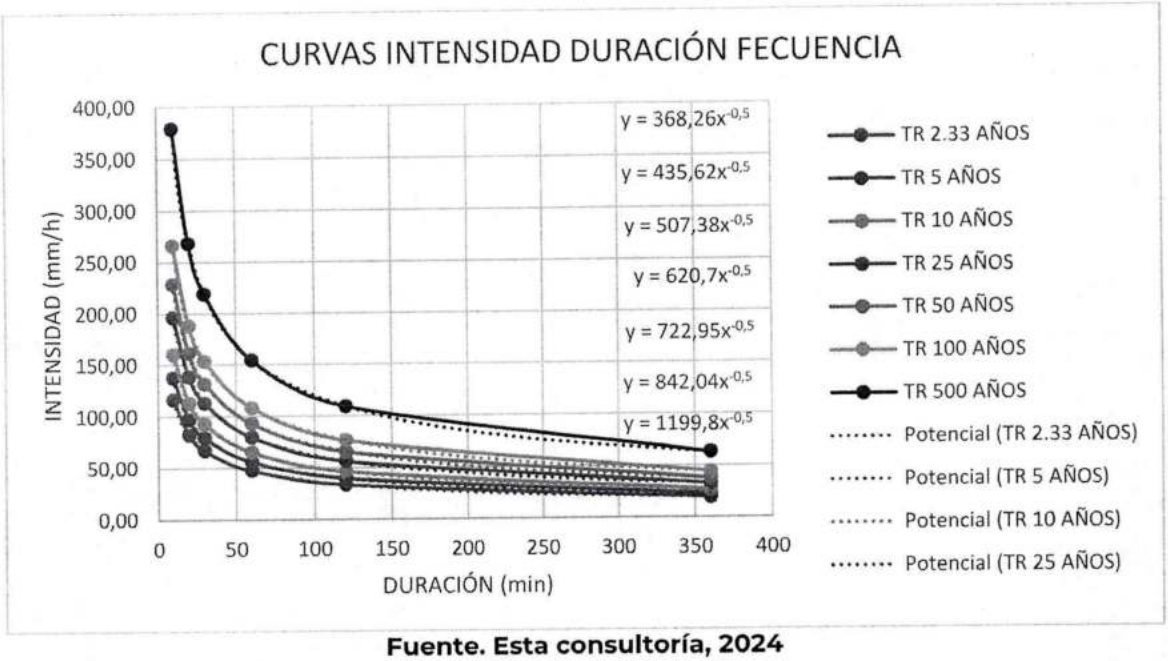
Fuente. Esta consultoría, 2024

En la Figura 7 se presentan las curvas de Intensidad, duración y frecuencia correspondientes a la estación Boca de La Ceiba para los periodos de retorno de 2.33, 5,10, 20, 25, 50 y 100 años acorde a los datos obtenidos y presentados en la Tabla 10.

Carrera 23 N° 124-87
Edificio Torre Zental - Oficina 404 II
Bogotá - Colombia

T : +57 (1) 221 1077
M: +57 300 517 38 99
E : gerencia.convialsas@gmail.com

Figura 7. Curva de Intensidad, Duración y Frecuencia, Estación El Corazón



Fuente. Esta consultoría, 2024

Los valores con los que se ha graficado las curvas IDF para la estación Bocas de La Ceiba corresponden a los datos presentados en la Tabla 10.

Tabla 10. Valores de Intensidad para Diferentes Periodos de Retorno, Estación Bocas de La Ceiba

	Intensidades (mm/h)					
Tr (años)	**10**	**20**	**30**	**60**	**120**	**360**
2.33	116.45	82.35	67.23	47.54	33.62	19.41
5	137.76	97.41	79.53	56.24	39.77	22.96
10	160.45	113.45	92.63	65.50	46.32	26.74
15	175.42	124.04	101.28	71.61	50.64	29.24
20	186.88	132.14	107.89	76.29	53.95	31.15
25	196.28	138.79	113.32	80.13	56.66	32.71
50	228.62	161.66	131.99	93.33	66.00	38.10
100	266.28	188.29	153.74	108.71	76.87	44.38
500	379.41	268.28	219.05	154.89	109.53	63.23

Fuente. Esta consultoría, 2024

Carrera 23 N° 124-87
Edificio Torre Zentai - Oficina 404 II
Bogotá - Colombia
T : +57 (1) 221 1077
M: +57 300 517 38 99
E : gerencia.convialsas@gmail.com

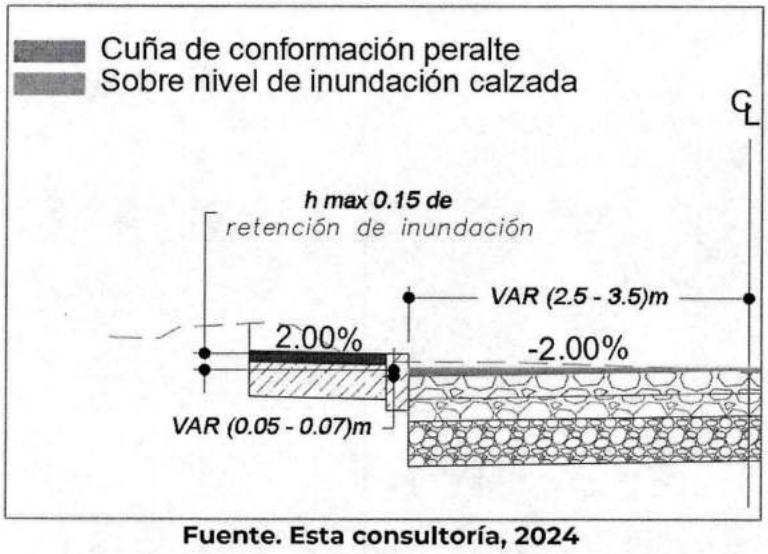
7.2 DEFINICIÓN DE LAS ÁREAS DE DRENAJE POR ESTRUCTURA

Es necesario definir con precisión la extensión y tipo de áreas tributarias para cada tramo en diseño, asegurando que solo se consideren aquellas áreas que contribuyen efectivamente a la escorrentía del tramo en cuestión. Las áreas de drenaje deben delimitarse a partir de la interpretación directa de los planos topográficos del proyecto, garantizando que su delimitación sea coherente con las redes de drenaje natural existentes. Estas áreas tributarias se expresan en hectáreas para facilitar el cálculo del caudal de escorrentía.

Adicionalmente, es imprescindible verificar la correcta delimitación de las áreas de aporte, las cuales son producto del desarrollo del diseño. Para asegurar la precisión, se debe realizar una comparación entre los planos de diseño geométrico y los topográficos correspondientes, garantizando que las áreas de drenaje identificadas reflejen fielmente las condiciones reales del terreno. Este proceso es clave para asegurar un diseño hidráulico eficiente.

En cuanto a los elementos de confinamiento, en cada costado de la vía se disponen de sardineles de 0.15 metros de altura, los cuales, en combinación con un peralte del 2.0% en la longitud media de la vía de entre 2 y 5 metros, conforman el canal de escorrentía. Esta configuración permite controlar la inundación sobre la vía, según lo mostrado en el corte transversal adjunto.

Figura 8. Sección trasversal zonas de inundación

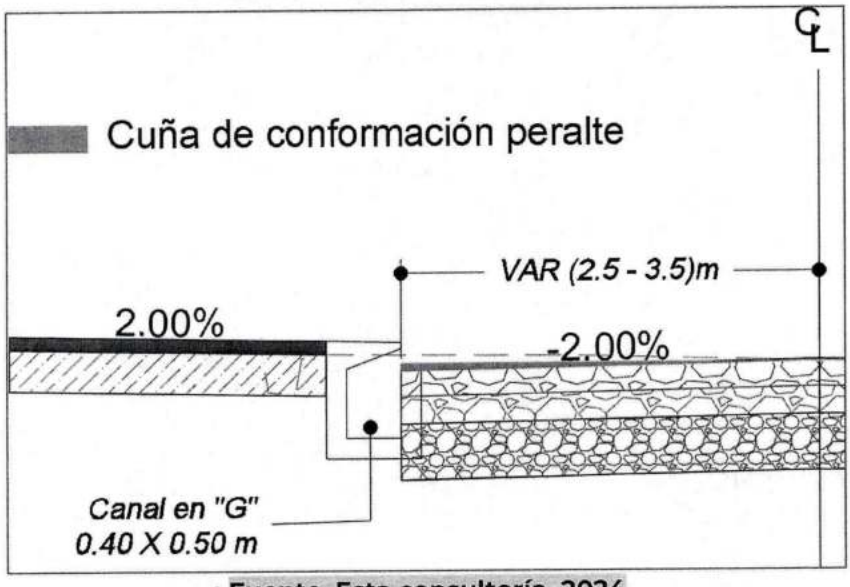


Fuente. Esta consultoría, 2024

Carrera 23 N° 124-87
Edificio Torre Zentai - Oficina 404 II
Bogotá - Colombia
T : +57 (1) 221 1077
M: +57 300 517 38 99
E : gerencia.convialsas@gmail.com

Por otra parte en zonas donde se puede realizar la descarga a través de estructuras longitudinales se plantea un canal en "G" con dimensión de 0.4 X 0.5 metros por debajo del andén y adyacente a la vía como se muestra en la sección presentada a continuación:

Figura 9. Sección trasversal Canal "G"



Fuente. Esta consultoría, 2024

Por ende se plantean las siguientes áreas tributarias para cada uno de los ejes contemplados en esta consultoría:

Figura 10. Áreas tributarias.



Fuente. Esta consultoría, 2024

Carrera 23 N° 124-87
Edificio Torre Zental - Oficina 404 II
Bogotá - Colombia

T : +57 (1) 221 1077
M: +57 300 517 38 99
E : gerencia.convialsas@gmail.com

Tabla 11. Áreas Tributarias Eje 13

EJE 13											
ABCISA		LONGITUD	PENDIENTE (%)	PENDIENTE (m/m)	LONGITUD	ÁREA DE DRENAJE VÍA	ÁREA DE DRENAJE AFERENTES	ÁREA TOTAL	ÁREA TOTAL	% ÁREA VÍAS	% ÁREAS ZONAS ALEDAÑAS
INCIAL	FINAL	(m)	TERRENO	TERRENO	(km)	M2	M2	M2	Km2		
K0+000.000	K0+058.260	58.26	0.27%	0.003	0.06	600.08	2602.36	3202.44	0.003	19%	81%
K0+058.260	K0+087.130	28.87	-0.46%	-0.005	0.03	297.36	1554.26	1851.62	0.002	16%	84%
K0+087.130	K0+094.000	6.87	0.09%	0.001	0.01	70.76	411.73	482.50	0.000	15%	85%
K0+094.000	K0+130.000	36.00	0.28%	0.003	0.04	370.80	2217.31	2588.11	0.003	14%	86%
K0+130.000	K0+138.000	8.00	-0.90%	-0.009	0.01	82.40	576.37	658.77	0.001	13%	87%
K0+138.000	K0+179.600	41.60	-0.32%	-0.003	0.04	428.48	3000.93	3429.41	0.003	12%	88%
K0+179.600	K0+186.650	7.05	-0.15%	-0.002	0.01	72.62	436.67	509.28	0.001	14%	86%
K0+186.650	K0+291.300	104.65	0.56%	0.006	0.10	1077.90	6672.58	7750.47	0.008	14%	86%
K0+291.300	K0+301.300	10.00	0.56%	0.006	0.01	103.00	1131.84	1234.84	0.001	8%	92%
K0+301.300	K0+311.300	10.00	-1.03%	-0.010	0.01	103.00	1222.38	1325.38	0.001	8%	92%
K0+311.300	K0+342.100	30.80	-1.03%	-0.010	0.03	317.24	4092.28	4409.52	0.004	7%	93%

Fuente. Esta consultoría, 2024

Tabla 12. Áreas Tributarias Eje 14.

EJE 14											
ABCISA		LONGITUD	PENDIENTE (%)	PENDIENTE (m/m)	LONGITUD	ÁREA DE DRENAJE VÍA	ÁREA DE DRENAJE AFERENTES	ÁREA TOTAL	ÁREA TOTAL	% ÁREA VÍAS	% ÁREAS ZONAS VERDES
INCIAL	FINAL	(m)	TERRENO	TERRENO	(km)	M2	M2	M2	Km2		
K0+000.000	K0+007.730	7.73	-1.42%	-0.014	0.01	54.11	545.60	599.71	0.001	9%	91%
K0+007.730	K0+084.210	76.48	-0.31%	-0.003	0.08	535.36	5398.13	5933.49	0.006	9%	91%

Tabla 13. Áreas Tributarias Eje 15.

EJE 15											
ABCISA		LONGITUD	PENDIENTE (%)	PENDIENTE (m/m)	LONGITUD	ÁREA DE DRENAJE VÍA	ÁREA DE DRENAJE AFERENTES	ÁREA TOTAL	ÁREA TOTAL	% ÁREA VÍAS	% ÁREAS ZONAS VERDES
INCIAL	FINAL	(m)	TERRENO	TERRENO	(km)	M2	M2	M2	Km2		
K0+000.000	K0+018.460	18.46	-1.68%	-0.017	0.02	101.53	476.56	578.09	0.001	18%	82%
K0+018.460	K0+028.460	10.00	-1.68%	-0.017	0.01	55.00	258.16	313.16	0.000	18%	82%
K0+028.460	K0+038.460	10.00	-0.35%	-0.004	0.01	55.00	258.16	313.16	0.000	18%	82%
K0+038.460	K0+069.510	31.05	-0.35%	-0.004	0.03	170.78	801.58	972.36	0.001	18%	82%
K0+069.510	K0+086.870	17.36	-0.87%	-0.009	0.02	95.48	448.16	543.64	0.001	18%	82%

Fuente. Esta consultoría, 2024

Tabla 14. Áreas Tributarias Eje 16.

EJE 16											
ABCISA		LONGITUD	PENDIENTE (%)	PENDIENTE (m/m)	LONGITUD	ÁREA DE DRENAJE VÍA	ÁREA DE DRENAJE AFERENTES	ÁREA TOTAL	ÁREA TOTAL	% ÁREA VÍAS	% ÁREAS ZONAS VERDES
INCIAL	FINAL	(m)	TERRENO	TERRENO	(km)	M2	M2	M2	Km2		
K0+000.000	K0+006.690	6.69	-2.21%	-0.022	0.01	40.14	186.05	226.19	0.000	18%	82%
K0+006.690	K0+034.320	27.63	0.74%	0.007	0.03	165.78	768.38	934.16	0.001	18%	82%
K0+034.320	K0+185.770	151.45	0.35%	0.004	0.15	908.70	4211.79	5120.49	0.005	18%	82%
K0+185.770	K0+235.850	50.08	-0.32%	-0.003	0.05	300.48	1392.71	1693.19	0.002	18%	82%
K0+235.850	K0+362.140	126.29	0.21%	0.002	0.13	757.74	3512.10	4269.84	0.004	18%	82%
K0+362.140	K0+538.830	176.69	-0.31%	-0.003	0.18	1060.14	4913.71	5973.85	0.006	18%	82%
K0+538.830	K0+646.970	108.14	0.47%	0.005	0.11	648.84	3007.35	3656.19	0.004	18%	82%

Fuente. Esta consultoría, 2024

Tabla 15. Áreas Tributarias Eje 17

EJE 17											
ABCISA		LONGITUD	PENDIENTE (%)	PENDIENTE (m/m)	LONGITUD	ÁREA DE DRENAJE VÍA	ÁREA DE DRENAJE AFERENTES	ÁREA TOTAL	ÁREA TOTAL	% ÁREA VÍAS	% ÁREAS ZONAS VERDES
INCIAL	FINAL	(m)	TERRENO	TERRENO	(km)	M2	M2	M2	Km2		
K0+000.650	K0+016.310	15.66	0.27%	0.003	0.02	93.96	434.36	528.32	0.001	18%	82%
K0+016.310	K0+181.670	165.36	-0.46%	-0.005	0.17	992.16	4586.58	5578.74	0.006	18%	82%

Fuente. Esta consultoría, 2024

Carrera 23 N° 124-87
Edificio Torre Zentai - Oficina 404 II
Bogotá - Colombia

T : +57 (1) 221 1077
M: +57 300 517 38 99
E : gerencia.convialsas@gmail.com

Tabla 16. Áreas Tributarias Eje 18.

EJE 18											
ABCISA		LONGITUD	PENDIENTE (%)	PENDIENTE (m/m)	LONGITUD	ÁREA DE DRENAJE VÍA	ÁREA DE DRENAJE AFERENTES	ÁREA TOTAL	ÁREA TOTAL	% ÁREA VÍAS	% ÁREAS ZONAS VERDES
INCIAL	FINAL	(m)	TERRENO	TERRENO	(km)	M2	M2	M2	Km2		
K0+000.650	K0+003.500	2.85	-2.00%	-0.020	0.00	14.25	81.44	95.69	0.000	15%	85%
K0+003.500	K0+046.470	42.97	-0.31%	-0.003	0.04	214.85	1227.93	1442.78	0.001	15%	85%
K0+046.470	K0+050.020	3.55	1.60%	0.016	0.00	17.75	101.45	119.20	0.000	15%	85%
K0+050.020	K0+053.570	3.55	-2.35%	-0.024	0.00	17.75	101.45	119.20	0.000	15%	85%
K0+053.570	K0+095.680	42.11	0.69%	0.007	0.04	210.55	1203.36	1413.91	0.001	15%	85%
K0+095.680	K0+102.710	7.03	-0.67%	-0.007	0.01	35.15	200.89	236.04	0.000	15%	85%
K0+102.710	K0+132.820	30.11	1.02%	0.010	0.03	150.55	860.44	1010.99	0.001	15%	85%
K0+132.820	K0+137.810	4.99	-2.80%	-0.028	0.00	24.95	142.60	167.55	0.000	15%	85%

Fuente. Esta consultoría, 2024

Tabla 17. Áreas Tributarias Eje 19.

EJE 19											
ABCISA		LONGITUD	PENDIENTE (%)	PENDIENTE (m/m)	LONGITUD	ÁREA DE DRENAJE VÍA	ÁREA DE DRENAJE AFERENTES	ÁREA TOTAL	ÁREA TOTAL	% ÁREA VÍAS	% ÁREAS ZONAS VERDES
INCIAL	FINAL	(m)	TERRENO	TERRENO	(km)	M2	M2	M2	Km2		
K0+000.000	K0+115.140	115.14	0.20%	0.002	0.12	460.56	457102.66	457563.22	0.458	0%	100%

Fuente. Esta consultoría, 2024

Tabla 18. Áreas Tributarias Eje 20.

EJE 20											
ABCISA		LONGITUD	PENDIENTE (%)	PENDIENTE (m/m)	LONGITUD	ÁREA DE DRENAJE VÍA	ÁREA DE DRENAJE AFERENTES	ÁREA TOTAL	ÁREA TOTAL	% ÁREA VÍAS	% ÁREAS ZONAS VERDES
INCIAL	FINAL	(m)	TERRENO	TERRENO	(km)	M2	M2	M2	Km2		
K0+000.000	K0+107.520	107.52	-0.27%	-0.003	0.11	645.12	410232.34	410877.46	0.411	0%	100%

Fuente. Esta consultoría, 2024

Tabla 19. Áreas Tributarias Eje 21.

EJE 21											
ABCISA		LONGITUD	PENDIENTE (%)	PENDIENTE (m/m)	LONGITUD	ÁREA DE DRENAJE VÍA	ÁREA DE DRENAJE AFERENTES	ÁREA TOTAL	ÁREA TOTAL	% ÁREA VÍAS	% ÁREAS ZONAS VERDES
INCIAL	FINAL	(m)	TERRENO	TERRENO	(km)	M2	M2	M2	Km2		
K0+000.000	K0+164.860	164.86	-0.37%	-0.004	0.16	989.16	824852.53	825841.69	0.826	0%	100%

Fuente. Esta consultoría, 2024

Tabla 20. Áreas Tributarias Eje 22.

EJE 22											
ABCISA		LONGITUD	PENDIENTE (%)	PENDIENTE (m/m)	LONGITUD	ÁREA DE DRENAJE VÍA	ÁREA DE DRENAJE AFERENTES	ÁREA TOTAL	ÁREA TOTAL	% ÁREA VÍAS	% ÁREAS ZONAS VERDES
INCIAL	FINAL	(m)	TERRENO	TERRENO	(km)	M2	M2	M2	Km2		
K0+000.000	K0+114.410	114.41	-1.93%	-0.019	0.11	686.46	427407.50	428093.96	0.428	0%	100%

Fuente. Esta consultoría, 2024

Tabla 21. Áreas Tributarias Eje 23.

EJE 23											
ABCISA		LONGITUD	PENDIENTE (%)	PENDIENTE (m/m)	LONGITUD	ÁREA DE DRENAJE VÍA	ÁREA DE DRENAJE AFERENTES	ÁREA TOTAL	ÁREA TOTAL	% ÁREA VÍAS	% ÁREAS ZONAS VERDES
INCIAL	FINAL	(m)	TERRENO	TERRENO	(km)	M2	M2	M2	Km2		
K0+000.000	K0+003.200	3.20	-7.46%	-0.075	0.00	16.00	93.12	109.12	0.000	15%	85%
K0+003.200	K0+013.200	10.00	-7.46%	-0.075	0.01	50.00	290.99	340.99	0.000	15%	85%
K0+013.200	K0+023.200	10.00	-0.66%	-0.007	0.01	50.00	290.99	340.99	0.000	15%	85%
K0+023.200	K0+045.840	22.64	-0.66%	-0.007	0.02	113.20	658.79	771.99	0.001	15%	85%
K0+045.840	K0+117.460	71.62	-0.46%	-0.005	0.07	358.10	2084.05	2442.15	0.002	15%	85%
K0+117.460	K0+246.840	129.38	-0.35%	-0.004	0.13	646.90	3764.79	4411.69	0.004	15%	85%

Carrera 23 N° 124-87
Edificio Torre Zentai - Oficina 404 II
Bogotá - Colombia

T : +57 (1) 221 1077
M: +57 300 517 38 99
E : gerencia.convialsas@gmail.com

EJE 23											
ABCISA		LONGITUD	PENDIENTE (%)	PENDIENTE (m/m)	LONGITUD	ÁREA DE DRENAJE VÍA	ÁREA DE DRENAJE AFERENTES	ÁREA TOTAL	ÁREA TOTAL	% ÁREA VÍAS	% ÁREAS ZONAS VERDES
INCIAL	FINAL	(m)	TERRENO	TERRENO	(km)	M2	M2	M2	Km2		
K0+246.840	K0+297.840	51.00	-0.20%	-0.002	0.05	255.00	1484.03	1739.03	0.002	15%	85%
K0+297.840	K0+303.840	6.00	-0.23%	-0.002	0.01	30.00	174.59	204.59	0.000	15%	85%
K0+303.840	K0+467.730	163.89	-0.10%	-0.001	0.16	819.45	4768.98	5588.43	0.006	15%	85%
K0+467.730	K0+474.840	7.11	0.24%	0.002	0.01	35.55	206.89	242.44	0.000	15%	85%
K0+474.840	K0+575.860	101.02	-0.09%	-0.001	0.10	505.10	2939.55	3444.65	0.003	15%	85%
K0+575.860	K0+585.860	10.00	-0.09%	-0.001	0.01	50.00	290.99	340.99	0.000	15%	85%
K0+585.860	K0+595.860	10.00	1.10%	0.011	0.01	50.00	290.99	340.99	0.000	15%	85%
K0+595.860	K0+630.230	34.37	1.10%	0.011	0.03	171.85	1000.12	1171.97	0.001	15%	85%
K0+630.230	K0+640.230	10.00	1.10%	0.011	0.01	50.00	290.99	340.99	0.000	15%	85%
K0+640.230	K0+650.230	10.00	-2.80%	-0.028	0.01	50.00	290.99	340.99	0.000	15%	85%
K0+650.230	K0+660.160	9.93	-2.80%	-0.028	0.01	49.65	288.95	338.60	0.000	15%	85%
K0+660.160	K0+670.160	10.00	-2.80%	-0.028	0.01	50.00	290.99	340.99	0.000	15%	85%
K0+670.160	K0+680.160	10.00	0.63%	0.006	0.01	50.00	290.99	340.99	0.000	15%	85%
K0+680.160	K0+754.990	74.83	0.63%	0.006	0.07	374.15	2177.45	2551.60	0.003	15%	85%

Fuente. Esta consultoría, 2024

Tabla 22. Áreas Tributarias Eje 24.

EJE 24											
ABCISA		LONGITUD	PENDIENTE (%)	PENDIENTE (m/m)	LONGITUD	ÁREA DE DRENAJE VÍA	ÁREA DE DRENAJE AFERENTES	ÁREA TOTAL	ÁREA TOTAL	% ÁREA VÍAS	% ÁREAS ZONAS VERDES
INCIAL	FINAL	(m)	TERRENO	TERRENO	(km)	M2	M2	M2	Km2		
K0+000.000	K0+029.150	29.15	0.56%	0.006	0.03	204.05	2079.66	2283.71	0.002	9%	91%
K0+029.150	K0+039.150	10.00	0.56%	0.006	0.01	70.00	713.43	783.43	0.001	9%	91%
K0+039.150	K0+049.150	10.00	-0.44%	-0.004	0.01	70.00	713.43	783.43	0.001	9%	91%
K0+049.150	K0+088.640	39.49	-0.44%	-0.004	0.04	276.43	2817.35	3093.78	0.003	9%	91%
K0+088.640	K0+110.010	21.37	0.29%	0.003	0.02	149.59	1524.61	1674.20	0.002	9%	91%
K0+110.010	K0+126.790	16.78	1.12%	0.011	0.02	117.46	1197.14	1314.60	0.001	9%	91%
K0+126.790	K0+136.790	10.00	1.12%	0.011	0.01	70.00	713.43	783.43	0.001	9%	91%
K0+136.790	K0+146.790	10.00	-0.40%	-0.004	0.01	70.00	713.43	783.43	0.001	9%	91%
K0+146.790	K0+150.490	3.70	-0.40%	-0.004	0.00	25.90	263.97	289.87	0.000	9%	91%

Fuente. Esta consultoría, 2024

Tabla 23. Áreas Tributarias Eje 25.

EJE 25											
ABCISA		LONGITUD	PENDIENTE (%)	PENDIENTE (m/m)	LONGITUD	ÁREA DE DRENAJE VÍA	ÁREA DE DRENAJE AFERENTES	ÁREA TOTAL	ÁREA TOTAL	% ÁREA VÍAS	% ÁREAS ZONAS VERDES
INCIAL	FINAL	(m)	TERRENO	TERRENO	(km)	M2	M2	M2	Km2		
K0+000.000	K0+087.830	87.83	-0.37%	-0.004	0.09	351.32	2124.03	2475.35	0.002	14%	86%
K0+087.830	K0+097.830	10.00	0.63%	0.006	0.01	40.00	241.83	281.83	0.000	14%	86%
K0+097.830	K0+107.830	10.00	1.63%	0.016	0.01	40.00	241.83	281.83	0.000	14%	86%
K0+107.830	K0+119.640	11.81	2.63%	0.026	0.01	47.24	285.61	332.85	0.000	14%	86%

Fuente. Esta consultoría, 2024

7.3 TIEMPO DE CONCENTRACIÓN

El tiempo de concentración se define como el intervalo necesario, a partir del inicio de la lluvia, para que toda la escorrentía superficial generada en la cuenca tributaria alcance el punto de interés. Para su determinación, se considera un tiempo mínimo inicial de 8 minutos, al cual se suma el tiempo de recorrido, que depende de la velocidad del flujo en las diferentes zonas. En áreas montañosas, este recorrido está influenciado por la pendiente del terreno y las características del flujo, mientras que en la zona urbana se

Carrera 23 N° 124-87
Edificio Torre Zentai - Oficina 404 II
Bogotá - Colombia

T : +57 (1) 221 1077
M: +57 300 517 38 99
E : gerencia.convialsas@gmail.com

considera el tiempo de recorrido en depresiones naturales, zanjas, cunetas, colectores y canales. El tiempo mínimo de concentración se establece en 15 minutos.

Es fundamental justificar el método empleado para el cálculo del tiempo de concentración, describiendo detalladamente las ecuaciones utilizadas en el proceso. Para el presente diseño, se ha adoptado un tiempo de concentración de 15 minutos, basándose en las condiciones características de la zona de estudio.

7.4 COEFICIENTE DE ESCORRENTIA

El coeficiente de escorrentía (C) está directamente relacionado con el tipo de suelo, el grado de impermeabilidad de la zona y la pendiente del terreno. Estas características determinan la fracción de la precipitación que se convierte en escorrentía. Además, deben considerarse factores adicionales como el desarrollo urbano, los planes de ordenamiento territorial y las disposiciones legales locales sobre el uso del suelo, ya que estos elementos pueden afectar tanto la capacidad de infiltración como la generación de escorrentía.

Para áreas de drenaje que incluyen subáreas con diferentes coeficientes de escorrentía, el valor representativo de C se calcula como un promedio ponderado utilizando las respectivas áreas. La fórmula utilizada para este cálculo es:

$$C_{\text{prom}} = \frac{\sum(C_i \cdot A_i)}{\sum A_i}$$

Donde:

- Cprom es el coeficiente de escorrentía promedio ponderado.
- Ci es el coeficiente de escorrentía de la subárea i.
- Ai el área de la subárea i en Hectáreas.
- ∑Ai es la suma de las áreas de todas las subáreas.

Este cálculo asegura que las subáreas con mayores dimensiones tengan un impacto proporcional en el valor del coeficiente de escorrentía global del área de drenaje.

Carrera 23 N° 124-87
Edificio Torre Zentai - Oficina 404 II
Bogotá - Colombia

T : +57 (1) 221 1077
M: +57 300 517 38 99
E : gerencia.convialsas@gmail.com

Los valores de coeficiente de escorrentía se toman de acuerdo con la Tabla 2.9 del manual de drenaje para carreteras del INVIAS, tal como se puede observar en la **Tabla 24**.

Tabla 24. Valores del Coeficiente de Escorrentía en Áreas Urbanas.

TIPO DE ÁREA DE DRENAJE	COEFICIENTE DE ESCORRENTÍA C
PRADOS	
Suelos arenosos, planos, 2%	0.05 - 0.10
Suelos arenosos, promedio, 2 -7 %	0.15 - 0.20
Suelos pesados (arcillosos), planos, 2%	0.13 - 0.17
Suelos pesados (arcillosos), promedio, 2 -7 %	0.18 - 0.22
Suelos pesados (arcillosos), pendientes, 7%	0.25 - 0.35
DISTRITOS COMERCIALES	
Áreas de centro de ciudad	0.70 - 0.95
Áreas vecinas	0.50 - 0.70
RESIDENCIAL	
Casas individuales separadas	0.30 - 0.50
Casas multifamiliares separadas	0.40 - 0.60
Casas multifamiliares unidas	0.60 - 0.75
Suburbana	0.25 - 0.40
Áreas de apartamentos de vivienda	0.50 - 0.70
INDUSTRIAL	
Áreas livianas	0.50 - 0.80
Áreas pesadas	0.60 - 0.90
PARQUES CEMENTERIOS	0.10 - 0.25
CAMPOS DE JUEGOS	0.20 - 0.35
ÁREAS DE PATIOS DE FERROCARRILES	0.20 - 0.40
ÁREAS NO DESARROLLADAS	0.10 - 0.30
CALLES	
Asfaltadas	0.70 - 0.95
Concreto	0.80 - 0.95
Ladrillo	0.70 - 0.85
CALZADAS Y ALAMEDAS	0.75 - 0.85
TECHOS	0.75 - 0.95

Fuente. INVIAS

Para el presente diseño, se ha adoptado un coeficiente de escorrentía de C=0.9 para el pavimento, C=0.65 para casas multifamiliares unidas y C= 0.75 para techos

Carrera 23 N° 124-87
Edificio Torre Zentai - Oficina 404 II
Bogotá - Colombia

T : +57 (1) 221 1077
M: +57 300 517 38 99
E : gerencia.convialsas@gmail.com

Tabla 25. Coeficientes de escorrentía eje 13.

EJE 13													
ABCISA		LONGITUD	PENDIENTE (%)	PENDIENTE (m/m)	ÁREA DE DRENAJE VÍA	ÁREA DE DRENAJE AFERENTES	ÁREA TOTAL	ÁREA TOTAL	% ÁREA VÍAS	% ÁREAS ZONAS ALEDAÑAS	COEF. ESOCRRENTÍA VÍAS	COEF. ESCORRENTÍA ZONAS ALEDAÑAS	COEF. ESCORRENTÍA PONDERADO
INCIAL	FINAL	(m)	TERRENO	TERRENO	M2	M2	M2	Km2			CONCRETO		
K0+000.000	K0+058.260	58.26	0.27%	0.0027	600.08	2602.36	3202.44	0.00320	19%	81%	0.9	0.65	0.697
K0+058.260	K0+087.130	28.87	-0.46%	-0.0046	297.36	1554.26	1851.62	0.00185	16%	84%	0.9	0.65	0.690
K0+087.130	K0+094.000	6.87	0.09%	0.0009	70.76	411.73	482.50	0.00048	15%	85%	0.9	0.65	0.687
K0+094.000	K0+130.000	36.00	0.28%	0.0028	370.80	2217.31	2588.11	0.00259	14%	86%	0.9	0.65	0.686
K0+130.000	K0+138.000	8.00	-0.90%	-0.0090	82.40	576.37	658.77	0.00066	13%	87%	0.9	0.65	0.681
K0+138.000	K0+179.600	41.60	-0.32%	-0.0032	428.48	3000.93	3429.41	0.00343	12%	88%	0.9	0.65	0.681
K0+179.600	K0+186.650	7.05	-0.15%	-0.0015	72.62	436.67	509.28	0.00051	14%	86%	0.9	0.65	0.686
K0+186.650	K0+291.300	104.65	0.56%	0.0056	1077.90	6672.58	7750.47	0.00775	14%	86%	0.9	0.65	0.685
K0+291.300	K0+301.300	10.00	0.56%	0.0056	103.00	1131.84	1234.84	0.00123	8%	92%	0.9	0.65	0.671
K0+301.300	K0+311.300	10.00	-1.03%	-0.0103	103.00	1222.38	1325.38	0.00133	8%	92%	0.9	0.65	0.669
K0+311.300	K0+342.100	30.80	-1.03%	-0.0103	317.24	4092.28	4409.52	0.00441	7%	93%	0.9	0.65	0.668

Fuente. Esta consultoría, 2024

Tabla 26. Coeficientes de escorrentía eje 14.

EJE 14													
ABCISA		LONGITUD	PENDIENTE (%)	PENDIENTE (m/m)	ÁREA DE DRENAJE VÍA	ÁREA DE DRENAJE AFERENTES	ÁREA TOTAL	ÁREA TOTAL	% ÁREA VÍAS	% ÁREAS ZONAS VERDES	COEF. ESOCRRENTÍA VÍAS	COEF. ESCORRENTÍA ZONAS ALEDAÑAS	COEF. ESCORRENTÍA PONDERADO
INCIAL	FINAL	(m)	TERRENO	TERRENO	M2	M2	M2	Km2	0	0	CONCRETO		
K0+000.000	K0+007.730	7.73	-1.42%	-0.0142	54.11	545.60	599.71	0.00060	9%	91%	0.9	0.65	0.673
K0+007.730	K0+084.210	76.48	-0.31%	-0.0031	535.36	5398.13	5933.49	0.00593	9%	91%	0.9	0.65	0.673

Fuente. Esta consultoría, 2024

Tabla 27. Coeficientes de escorrentía eje 15.

EJE 15													
ABCISA		LONGITUD	PENDIENTE (%)	PENDIENTE (m/m)	ÁREA DE DRENAJE VÍA	ÁREA DE DRENAJE AFERENTES	ÁREA TOTAL	ÁREA TOTAL	% ÁREA VÍAS	% ÁREAS ZONAS VERDES	COEF. ESOCRRENTÍA VÍAS	COEF. ESCORRENTÍA ZONAS ALEDAÑAS	COEF. ESCORRENTÍA PONDERADO
INCIAL	FINAL	(m)	TERRENO	TERRENO	M2	M2	M2	Km2	0	0	CONCRETO		
K0+000.000	K0+018.460	18.46	-1.68%	-0.0168	101.53	476.56	578.09	0.00058	18%	82%	0.9	0.65	0.694
K0+018.460	K0+028.460	10.00	-1.68%	-0.0168	55.00	258.16	313.16	0.00031	18%	82%	0.9	0.65	0.694

Carrera 23 N° 124-87
Edificio Torre Zentai - Oficina 404 II
Bogotá - Colombia

T : +57 (1) 221 1077
M: +57 300 517 38 99
E : gerencia.convialsas@gmail.com

EJE 15													
ABCISA		LONGITUD	PENDIENTE (%)	PENDIENTE (m/m)	ÁREA DE DRENAJE VÍA	ÁREA DE DRENAJE AFERENTES	ÁREA TOTAL	ÁREA TOTAL	% ÁREA VÍAS	% ÁREAS ZONAS VERDES	COEF. ESOCRRENTÍA VÍAS	COEF. ESCORRENTÍA ZONAS ALEDAÑAS	COEF. ESCORRENTÍA PONDERADO
INCIAL	FINAL	(m)	TERRENO	TERRENO	M2	M2	M2	Km2	0	0	CONCRETO		
K0+028.460	K0+038.460	10.00	-0.35%	-0.0035	55.00	258.16	313.16	0.00031	18%	82%	0.9	0.65	0.694
K0+038.460	K0+069.510	31.05	-0.35%	-0.0035	170.78	801.58	972.36	0.00097	18%	82%	0.9	0.65	0.694
K0+069.510	K0+086.870	17.36	-0.87%	-0.0087	95.48	448.16	543.64	0.00054	18%	82%	0.9	0.65	0.694

Fuente. Esta consultoría, 2024

Tabla 28. Coeficientes de escorrentía eje 16.

EJE 16													
ABCISA		LONGITUD	PENDIENTE (%)	PENDIENTE (m/m)	ÁREA DE DRENAJE VÍA	ÁREA DE DRENAJE AFERENTES	ÁREA TOTAL	ÁREA TOTAL	% ÁREA VÍAS	% ÁREAS ZONAS VERDES	COEF. ESOCRRENTÍA VÍAS	COEF. ESCORRENTÍA ZONAS ALEDAÑAS	COEF. ESCORRENTÍA PONDERADO
INCIAL	FINAL	(m)	TERRENO	TERRENO	M2	M2	M2	Km2			CONCRETO		
K0+000.000	K0+006.690	6.69	-2.21%	-0.0221	40.14	186.05	226.19	0.00023	18%	82%	0.9	0.65	0.694
K0+006.690	K0+034.320	27.63	0.74%	0.0074	165.78	768.38	934.16	0.00093	18%	82%	0.9	0.65	0.694
K0+034.320	K0+185.770	151.45	0.35%	0.0035	908.70	4211.79	5120.49	0.00512	18%	82%	0.9	0.65	0.694
K0+185.770	K0+235.850	50.08	-0.32%	-0.0032	300.48	1392.71	1693.19	0.00169	18%	82%	0.9	0.65	0.694
K0+235.850	K0+362.140	126.29	0.21%	0.0021	757.74	3512.10	4269.84	0.00427	18%	82%	0.9	0.65	0.694
K0+362.140	K0+538.830	176.69	-0.31%	-0.0031	1060.14	4913.71	5973.85	0.00597	18%	82%	0.9	0.65	0.694
K0+538.830	K0+646.970	108.14	0.47%	0.0047	648.84	3007.35	3656.19	0.00366	18%	82%	0.9	0.65	0.694

Fuente. Esta consultoría, 2024

Tabla 29. Coeficientes de escorrentía eje 17.

EJE 17													
ABCISA		LONGITUD	PENDIENTE (%)	PENDIENTE (m/m)	ÁREA DE DRENAJE VÍA	ÁREA DE DRENAJE AFERENTES	ÁREA TOTAL	ÁREA TOTAL	% ÁREA VÍAS	% ÁREAS ZONAS VERDES	COEF. ESOCRRENTÍA VÍAS	COEF. ESCORRENTÍA ZONAS ALEDAÑAS	COEF. ESCORRENTÍA PONDERADO
INCIAL	FINAL	(m)	TERRENO	TERRENO	M2	M2	M2	Km2	0	0	CONCRETO	0	0
K0+000.650	K0+016.310	15.66	0.27%	0.0027	93.96	434.36	528.32	0.00053	18%	82%	0.9	0.65	0.694
K0+016.310	K0+181.670	165.36	-0.46%	-0.0046	992.16	4586.58	5578.74	0.00558	18%	82%	0.9	0.65	0.694

Fuente. Esta consultoría, 2024

Carrera 23 N° 124-87
Edificio Torre Zentai - Oficina 404 II
Bogotá - Colombia

T : +57 (1) 221 1077
M: +57 300 517 38 99
E : gerencia.convialsas@gmail.com

Tabla 30. Coeficientes de escorrentía eje 18.

EJE 18													
ABCISA		LONGITUD	PENDIENTE (%)	PENDIENTE (m/m)	ÁREA DE DRENAJE VÍA	ÁREA DE DRENAJE AFERENTES	ÁREA TOTAL	ÁREA TOTAL	% ÁREA VÍAS	% ÁREAS ZONAS VERDES	COEF. ESOCRRENTÍA VÍAS	COEF. ESCORRENTÍA ZONAS ALEDAÑAS	COEF. ESCORRENTÍA PONDERADO
INCIAL	FINAL	(m)	TERRENO	TERRENO	M2	M2	M2	Km2			CONCRETO		
K0+000.650	K0+003.500	2.85	-2.00%	-0.0200	14.25	81.44	95.69	0.00010	15%	85%	0.9	0.65	0.687
K0+003.500	K0+046.470	42.97	-0.31%	-0.0031	214.85	1227.93	1442.78	0.00144	15%	85%	0.9	0.65	0.687
K0+046.470	K0+050.020	3.55	1.60%	0.0160	17.75	101.45	119.20	0.00012	15%	85%	0.9	0.65	0.687
K0+050.020	K0+053.570	3.55	-2.35%	-0.0235	17.75	101.45	119.20	0.00012	15%	85%	0.9	0.65	0.687
K0+053.570	K0+095.680	42.11	0.69%	0.0069	210.55	1203.36	1413.91	0.00141	15%	85%	0.9	0.65	0.687
K0+095.680	K0+102.710	7.03	-0.67%	-0.0067	35.15	200.89	236.04	0.00024	15%	85%	0.9	0.65	0.687
K0+102.710	K0+132.820	30.11	1.02%	0.0102	150.55	860.44	1010.99	0.00101	15%	85%	0.9	0.65	0.687
K0+132.820	K0+137.810	4.99	-2.80%	-0.0280	24.95	142.60	167.55	0.00017	15%	85%	0.9	0.65	0.687

Fuente. Esta consultoría, 2024

Tabla 31. Coeficientes de escorrentía eje 19..

EJE 19													
ABCISA		LONGITUD	PENDIENTE (%)	PENDIENTE (m/m)	ÁREA DE DRENAJE VÍA	ÁREA DE DRENAJE AFERENTES	ÁREA TOTAL	ÁREA TOTAL	% ÁREA VÍAS	% ÁREAS ZONAS VERDES	COEF. ESOCRRENTÍA VÍAS	COEF. ESCORRENTÍA ZONAS ALEDAÑAS	COEF. ESCORRENTÍA PONDERADO
INCIAL	FINAL	(m)	TERRENO	TERRENO	M2	M2	M2	Km2			CONCRETO		
K0+000.000	K0+115.140	115.14	0.20%	0.0020	460.56	457102.66	457563.22	0.45756	0%	100%	0.9	0.65	0.650

Fuente. Esta consultoría, 2024

Tabla 32. Coeficientes de escorrentía eje 20.

EJE 20													
ABCISA		LONGITUD	PENDIENTE (%)	PENDIENTE (m/m)	ÁREA DE DRENAJE VÍA	ÁREA DE DRENAJE AFERENTES	ÁREA TOTAL	ÁREA TOTAL	% ÁREA VÍAS	% ÁREAS ZONAS VERDES	COEF. ESOCRRENTÍA VÍAS	COEF. ESCORRENTÍA ZONAS ALEDAÑAS	COEF. ESCORRENTÍA PONDERADO
INCIAL	FINAL	(m)	TERRENO	TERRENO	M2	M2	M2	Km2			CONCRETO		
K0+000.000	K0+107.520	107.52	-0.27%	-0.0027	645.12	410232.34	410877.46	0.41088	0%	100%	0.9	0.65	0.650

Fuente. Esta consultoría, 2024

Carrera 23 N° 124-87
Edificio Torre Zentai - Oficina 404 II
Bogotá - Colombia

T : +57 (1) 221 1077
M: +57 300 517 38 99
E : gerencia.convialsas@gmail.com

Tabla 33. Coeficientes de escorrentía eje 21.

EJE 21													
ABCISA		LONGITUD	PENDIENTE (%)	PENDIENTE (m/m)	ÁREA DE DRENAJE VÍA	ÁREA DE DRENAJE AFERENTES	ÁREA TOTAL	ÁREA TOTAL	% ÁREA VÍAS	% ÁREAS ZONAS VERDES	COEF. ESOCRRENTÍA VÍAS	COEF. ESCORRENTÍA ZONAS ALEDAÑAS	COEF. ESCORRENTÍA PONDERADO
INCIAL	FINAL	(m)	TERRENO	TERRENO	M2	M2	M2	Km2			CONCRETO		
K0+000.000	K0+164.860	164.86	-0.37%	-0.0037	989.16	824852.53	825841.69	0.82584	0%	100%	0.9	0.65	0.650

Fuente. Esta consultoría, 2024

Tabla 34. Coeficientes de escorrentía eje 22.

EJE 22													
ABCISA		LONGITUD	PENDIENTE (%)	PENDIENTE (m/m)	ÁREA DE DRENAJE VÍA	ÁREA DE DRENAJE AFERENTES	ÁREA TOTAL	ÁREA TOTAL	% ÁREA VÍAS	% ÁREAS ZONAS VERDES	COEF. ESOCRRENTÍA VÍAS	COEF. ESCORRENTÍA ZONAS ALEDAÑAS	COEF. ESCORRENTÍA PONDERADO
INCIAL	FINAL	(m)	TERRENO	TERRENO	M2	M2	M2	Km2	0	0	CONCRETO		
K0+000.000	K0+114.410	114.41	-1.93%	-0.0193	686.46	427407.50	428093.96	0.42809	0%	100%	0.9	0.65	0.650

Fuente. Esta consultoría, 2024

Tabla 35. Coeficientes de escorrentía eje 23.

EJE 23													
ABCISA		LONGITUD	PENDIENTE (%)	PENDIENTE (m/m)	ÁREA DE DRENAJE VÍA	ÁREA DE DRENAJE AFERENTES	ÁREA TOTAL	ÁREA TOTAL	% ÁREA VÍAS	% ÁREAS ZONAS VERDES	COEF. ESOCRRENTÍA VÍAS	COEF. ESCORRENTÍA ZONAS ALEDAÑAS	COEF. ESCORRENTÍA PONDERADO
INCIAL	FINAL	(m)	TERRENO	TERRENO	M2	M2	M2	Km2			CONCRETO		
K0+000.000	K0+003.200	3.20	-7.46%	-0.0746	16.00	93.12	109.12	0.00011	15%	85%	0.9	0.65	0.687
K0+003.200	K0+013.200	10.00	-7.46%	-0.0746	50.00	290.99	340.99	0.00034	15%	85%	0.9	0.65	0.687
K0+013.200	K0+023.200	10.00	-0.66%	-0.0066	50.00	290.99	340.99	0.00034	15%	85%	0.9	0.65	0.687
K0+023.200	K0+045.840	22.64	-0.66%	-0.0066	113.20	658.79	771.99	0.00077	15%	85%	0.9	0.65	0.687
K0+045.840	K0+117.460	71.62	-0.46%	-0.0046	358.10	2084.05	2442.15	0.00244	15%	85%	0.9	0.65	0.687
K0+117.460	K0+246.840	129.38	-0.35%	-0.0035	646.90	3764.79	4411.69	0.00441	15%	85%	0.9	0.65	0.687
K0+246.840	K0+297.840	51.00	-0.20%	-0.0020	255.00	1484.03	1739.03	0.00174	15%	85%	0.9	0.65	0.687
K0+297.840	K0+303.840	6.00	-0.23%	-0.0023	30.00	174.59	204.59	0.00020	15%	85%	0.9	0.65	0.687
K0+303.840	K0+467.730	163.89	-0.10%	-0.0010	819.45	4768.98	5588.43	0.00559	15%	85%	0.9	0.65	0.687
K0+467.730	K0+474.840	7.11	0.24%	0.0024	35.55	206.89	242.44	0.00024	15%	85%	0.9	0.65	0.687
K0+474.840	K0+575.860	101.02	-0.09%	-0.0009	505.10	2939.55	3444.65	0.00344	15%	85%	0.9	0.65	0.687
K0+575.860	K0+585.860	10.00	-0.09%	-0.0009	50.00	290.99	340.99	0.00034	15%	85%	0.9	0.65	0.687
K0+585.860	K0+595.860	10.00	1.10%	0.0110	50.00	290.99	340.99	0.00034	15%	85%	0.9	0.65	0.687
K0+595.860	K0+630.230	34.37	1.10%	0.0110	171.85	1000.12	1171.97	0.00117	15%	85%	0.9	0.65	0.687
K0+630.230	K0+640.230	10.00	1.10%	0.0110	50.00	290.99	340.99	0.00034	15%	85%	0.9	0.65	0.687
K0+640.230	K0+650.230	10.00	-2.80%	-0.0280	50.00	290.99	340.99	0.00034	15%	85%	0.9	0.65	0.687
K0+650.230	K0+660.160	9.93	-2.80%	-0.0280	49.65	288.95	338.60	0.00034	15%	85%	0.9	0.65	0.687
K0+660.160	K0+670.160	10.00	-2.80%	-0.0280	50.00	290.99	340.99	0.00034	15%	85%	0.9	0.65	0.687

Carrera 23 N° 124-87
Edificio Torre Zentai - Oficina 404 II
Bogotá - Colombia

T : +57 (1) 221 1077
M: +57 300 517 38 99
E : gerencia.convialsas@gmail.com

EJE 23													
ABCISA		LONGITUD	PENDIENTE (%)	PENDIENTE (m/m)	ÁREA DE DRENAJE VÍA	ÁREA DE DRENAJE AFERENTES	ÁREA TOTAL	ÁREA TOTAL	% ÁREA VÍAS	% ÁREAS ZONAS VERDES	COEF. ESOCRRENTÍA VÍAS	COEF. ESCORRENTÍA ZONAS ALEDAÑAS	COEF. ESCORRENTÍA PONDERADO
INCIAL	FINAL	(m)	TERRENO	TERRENO	M2	M2	M2	Km2			CONCRETO		
K0+670.160	K0+680.160	10.00	0.63%	0.0063	50.00	290.99	340.99	0.00034	15%	85%	0.9	0.65	0.687
K0+680.160	K0+754.990	74.83	0.63%	0.0063	374.15	2177.45	2551.60	0.00255	15%	85%	0.9	0.65	0.687

Fuente. Esta consultoría, 2024

Tabla 36. Coeficientes de escorrentía eje 24.

EJE 24													
ABCISA		LONGITUD	PENDIENTE (%)	PENDIENTE (m/m)	ÁREA DE DRENAJE VÍA	ÁREA DE DRENAJE AFERENTES	ÁREA TOTAL	ÁREA TOTAL	% ÁREA VÍAS	% ÁREAS ZONAS VERDES	COEF. ESOCRRENTÍA VÍAS	COEF. ESCORRENTÍA ZONAS ALEDAÑAS	COEF. ESCORRENTÍA PONDERADO
INCIAL	FINAL	(m)	TERRENO	TERRENO	M2	M2	M2	Km2			CONCRETO		
K0+000.000	K0+029.150	29.15	0.56%	0.0056	204.05	2079.66	2283.71	0.00228	9%	91%	0.9	0.65	0.672
K0+029.150	K0+039.150	10.00	0.56%	0.0056	70.00	713.43	783.43	0.00078	9%	91%	0.9	0.65	0.672
K0+039.150	K0+049.150	10.00	-0.44%	-0.0044	70.00	713.43	783.43	0.00078	9%	91%	0.9	0.65	0.672
K0+049.150	K0+088.640	39.49	-0.44%	-0.0044	276.43	2817.35	3093.78	0.00309	9%	91%	0.9	0.65	0.672
K0+088.640	K0+110.010	21.37	0.29%	0.0029	149.59	1524.61	1674.20	0.00167	9%	91%	0.9	0.65	0.672
K0+110.010	K0+126.790	16.78	1.12%	0.0112	117.46	1197.14	1314.60	0.00131	9%	91%	0.9	0.65	0.672
K0+126.790	K0+136.790	10.00	1.12%	0.0112	70.00	713.43	783.43	0.00078	9%	91%	0.9	0.65	0.672
K0+136.790	K0+146.790	10.00	-0.40%	-0.0040	70.00	713.43	783.43	0.00078	9%	91%	0.9	0.65	0.672
K0+146.790	K0+150.490	3.70	-0.40%	-0.0040	25.90	263.97	289.87	0.00029	9%	91%	0.9	0.65	0.672

Fuente. Esta consultoría, 2024

Tabla 37. Coeficientes de escorrentía eje 25.

EJE 25													
ABCISA		LONGITUD	PENDIENTE (%)	PENDIENTE (m/m)	ÁREA DE DRENAJE VÍA	ÁREA DE DRENAJE AFERENTES	ÁREA TOTAL	ÁREA TOTAL	% ÁREA VÍAS	% ÁREAS ZONAS VERDES	COEF. ESOCRRENTÍA VÍAS	COEF. ESCORRENTÍA ZONAS ALEDAÑAS	COEF. ESCORRENTÍA PONDERADO
INCIAL	FINAL	(m)	TERRENO	TERRENO	M2	M2	M2	Km2	0	0	CONCRETO		
K0+000.000	K0+087.830	87.83	-0.37%	-0.0037	351.32	2124.03	2475.35	0.00248	14%	86%	0.9	0.65	0.685
K0+087.830	K0+097.830	10.00	0.63%	0.0063	40.00	241.83	281.83	0.00028	14%	86%	0.9	0.65	0.685
K0+097.830	K0+107.830	10.00	1.63%	0.0163	40.00	241.83	281.83	0.00028	14%	86%	0.9	0.65	0.685
K0+107.830	K0+119.640	11.81	2.63%	0.0263	47.24	285.61	332.85	0.00033	14%	86%	0.9	0.65	0.685

Fuente. Esta consultoría, 2024

Carrera 23 N° 124-87
Edificio Torre Zentai - Oficina 404 II
Bogotá - Colombia

T : +57 (1) 221 1077
M: +57 300 517 38 99
E : gerencia.convialsas@gmail.com

7.5 PERIODO DE RETORNO

El período de retorno de diseño debe seleccionarse en función de la importancia de las áreas a proteger, así como de los posibles daños, perjuicios o molestias que las inundaciones periódicas puedan causar a los habitantes, el tráfico vehicular, el comercio, la industria, entre otros. La elección del período de retorno está directamente relacionada con las características de protección requeridas y la relevancia del área de estudio.

Para efectos de diseño, el período de retorno o la frecuencia del evento pluvial de diseño se establecerá conforme a los siguientes criterios técnicos:

En este caso particular, dado que el canal propuesto se desarrollará a lo largo de un corredor vial, se ha seleccionado un período de retorno de 10 años, en concordancia con lo especificado en la tabla 2.8 del Manual de Drenaje del INVÍAS y la metodología de análisis para zonas inundables permisibles en áreas urbanas. A continuación, en la Tabla 38 se presentan los valores de periodo de retorno.

Tabla 38. Valores de periodo de retorno para diferentes obras

TIPO DE OBRA	PERIODO DE RETORNO
Cunetas	5 años
Zanjas de coronación y canales de guarda	10 años
Estructuras de caída	10 años
Alcantarillas circulares de 0.90m de diámetro	10 años
Alcantarillas circulares mayores de 0.90m de diámetro	20 años
Puentes menores (luz menor a 10 m).	25 años
Puentes de luz mayor o igual a 10 m y menor a 50 m.	50 años
Puentes de luz mayor o igual a 50 m.	100 años
Drenaje sub-superficial	2 años

Fuente. INVIAS, 2009

7.6 INTENSIDAD DE LLUVIAS

Para este caso en particular, se ha adoptado una intensidad de lluvia de **160.45 mm/h**, calculada en el diseño hidráulico previo, para un período de retorno de 10 años. Este valor ha sido seleccionado en función de las

Carrera 23 N° 124-87
Edificio Torre Zental - Oficina 404 II
Bogotá - Colombia
T : +57 (1) 221 1077
M: +57 300 517 38 99
E : gerencia.convialsas@gmail.com

características específicas de la cuenca y del corredor vial en el cual se desarrolla el proyecto, considerando tanto las condiciones climáticas locales como las normas vigentes para el diseño de infraestructura vial en zonas urbanas.

La intensidad de 160.45 mm/h refleja la magnitud de las lluvias extremas esperadas durante un evento que se presenta, en promedio, una vez cada 10 años, y se ha calculado utilizando los registros históricos de precipitaciones y los análisis hidrológicos correspondientes. Este valor no solo asegura que el sistema de drenaje sea capaz de manejar las escorrentías generadas por este tipo de eventos, sino que también se ajusta a los lineamientos establecidos en el Manual de Drenaje de INVÍAS y la metodología recomendada para áreas urbanas con zonas de inundación permisible.

La elección de un período de retorno de 10 años es adecuada para el diseño de este canal, dado su desarrollo a lo largo de un corredor vial de importancia, donde las inundaciones podrían generar interrupciones significativas en el tráfico vehicular y afectar las actividades comerciales e industriales cercanas.

7.7 CAUDALES DE DISEÑO

Para la determinación del caudal de diseño de los colectores y canales se empleará el método racional, aplicable en proyectos donde el área de drenaje sea inferior a 1000 hectáreas. La ecuación del método racional es la siguiente:

$$Q = C\,I\,A$$

Donde:

- **Q:** Caudal estimado en un punto determinado (l/s).
- **C:** Coeficiente de escorrentía (adimensional), determinado según las características del suelo y el uso del terreno, tal como se detalla en apartados anteriores.
- **I:** Intensidad de la lluvia, correspondiente a una duración igual al tiempo de concentración de la cuenca y para el período de retorno seleccionado (mm/h).
- **A:** Área de la cuenca de drenaje (hectáreas).

En este diseño, se ha considerado un período de retorno de 10 años, conforme a las recomendaciones para áreas urbanas con zonas de

Carrera 23 N° 124-87
Edificio Torre Zentai - Oficina 404 II
Bogotá - Colombia
T : +57 (1) 221 1077
M: +57 300 517 38 99
E : gerencia.convialsas@gmail.com

inundación permisible. Según el estudio hidrológico e hidráulico realizado, la intensidad de lluvia asociada a dicho período de retorno es de **160.45mm/h**.

Este valor de intensidad de lluvia y los parámetros correspondientes aseguran un diseño adecuado para el manejo de las escorrentías generadas por las lluvias extremas esperadas durante el período de diseño.

Carrera 23 N° 124-87
Edificio Torre Zentai - Oficina 404 II
Bogotá - Colombia

T : +57 (1) 221 1077
M: +57 300 517 38 99
E : gerencia.convialsas@gmail.com

Tabla 39. Cálculo de caudales Eje 13.

EJE 13											
ABCISA		PENDIENTE (m/m)	LONGITUD	ÁREA TOTAL	COEF. ESCORRENTÍA PONDERADO	PERIODO DE RETORNO	Tc promedio Calculado	Tc Kirpich Escogido	INTENSIDAD	CAUDAL	CAUDAL ACUMILADO
INCIAL	FINAL	TERRENO	(km)	Km2		Años	min	min	mm/hr	m3/s	m3/s
K0+000.000	K0+058.260	0.0027	0.058	0.00320	0.697	10	9.543	15.000	131.00	0.0813	0.081
K0+058.260	K0+087.130	-0.0046	0.029	0.00185	0.690	10	4.849	15.000	131.00	0.0465	0.047
K0+087.130	K0+094.000	0.0009	0.007	0.00048	0.687	10	2.557	15.000	131.00	0.0121	0.077
K0+094.000	K0+130.000	0.0028	0.036	0.00259	0.686	10	6.509	15.000	131.00	0.0646	0.065
K0+130.000	K0+138.000	-0.0090	0.008	0.00066	0.681	10	1.542	15.000	131.00	0.0163	0.016
K0+138.000	K0+179.600	-0.0032	0.042	0.00343	0.681	10	6.986	15.000	131.00	0.0851	0.101
K0+179.600	K0+186.650	-0.0015	0.007	0.00051	0.686	10	2.268	15.000	131.00	0.0127	0.114
K0+186.650	K0+291.300	0.0056	0.105	0.00775	0.685	10	12.260	15.000	131.00	0.1933	0.223
K0+291.300	K0+301.300	0.0056	0.010	0.00123	0.671	10	2.045	15.000	131.00	0.0302	0.030
K0+301.300	K0+311.300	-0.0103	0.010	0.00133	0.669	10	1.741	15.000	131.00	0.0323	0.032
K0+311.300	K0+342.100	-0.0103	0.031	0.00441	0.668	10	4.047	15.000	131.00	0.1073	0.140

Fuente. Esta consultoría, 2024

Tabla 40. Cálculo de caudales Eje 14

EJE 14											
ABCISA		PENDIENTE (m/m)	LONGITUD	ÁREA TOTAL	COEF. ESCORRENTÍA PONDERADO	Tr	Tc promedio	Tc Escogido	INTENSIDAD	CAUDAL	CAUDAL ACUMILADO
INCIAL	FINAL	TERRENO	(km)	Km2	0	Años	min	min	mm/hr	m3/s	m3/s
K0+000.000	K0+007.730	-0.0142	0.008	0.00060	0.673	10	1.336	15.000	131.00	0.0147	0.015
K0+007.730	K0+084.210	-0.0031	0.076	0.00593	0.673	10	11.220	15.000	131.00	0.1453	0.002

Fuente. Esta consultoría, 2024

Carrera 23 N° 124-87
Edificio Torre Zentai - Oficina 404 II
Bogotá - Colombia

T : +57 (1) 221 1077
M: +57 300 517 38 99
E : gerencia.convialsas@gmail.com

452

Tabla 41. Cálculo de caudales Eje 15.

EJE 15											
ABCISA		PENDIENTE (m/m)	LONGITUD	ÁREA TOTAL	COEF. ESCORRENTÍA PONDERADO	Tr	Tc promedio	Tc Escogido	INTENSIDAD	CAUDAL	CAUDAL ACUMILADO
INCIAL	FINAL	TERRENO	(km)	Km2	0	Años	min	min	mm/hr	m3/s	m3/s
K0+000.000	K0+018.460	-0.0168	0.018	0.00058	0.694	10	2.517	15.000	131.00	0.0146	0.015
K0+018.460	K0+028.460	-0.0168	0.010	0.00031	0.694	10	1.583	15.000	131.00	0.0079	0.023
K0+028.460	K0+038.460	-0.0035	0.010	0.00031	0.694	10	2.388	15.000	131.00	0.0079	0.030
K0+038.460	K0+069.510	-0.0035	0.031	0.00097	0.694	10	5.611	15.000	131.00	0.0246	0.055
K0+069.510	K0+086.870	-0.0087	0.017	0.00054	0.694	10	2.847	15.000	131.00	0.0137	0.069

Fuente. Esta consultoría, 2024

Tabla 42. Cálculo de caudales Eje 16.

EJE 16											
ABCISA		PENDIENTE (m/m)	LONGITUD	ÁREA TOTAL	COEF. ESCORRENTÍA PONDERADO	Tr	Tc promedio	Tc Escogido	INTENSIDAD	CAUDAL	CAUDAL ACUMILADO
INCIAL	FINAL	TERRENO	(km)	Km2	0	Años	min	min	mm/hr	m3/s	m3/s
K0+000.000	K0+006.690	-0.0221	0.007	0.00023	0.694	10	1.090	15.000	131.00	0.0057	0.006
K0+006.690	K0+034.320	0.0074	0.028	0.00093	0.694	10	4.215	15.000	131.00	0.0236	0.139
K0+034.320	K0+185.770	0.0035	0.151	0.00512	0.694	10	18.885	18.885	116.75	0.1154	0.115
K0+185.770	K0+235.850	-0.0032	0.050	0.00169	0.694	10	8.249	15.000	131.00	0.0428	0.043
K0+235.850	K0+362.140	0.0021	0.126	0.00427	0.694	10	18.735	18.735	117.22	0.0966	0.097
K0+362.140	K0+538.830	-0.0031	0.177	0.00597	0.694	10	21.964	21.964	108.26	0.1248	0.125
K0+538.830	K0+646.970	0.0047	0.108	0.00366	0.694	10	13.485	15.000	131.00	0.0925	0.092

Fuente. Esta consultoría, 2024

Carrera 23 N° 124-87
Edificio Torre Zentai - Oficina 404 II
Bogotá - Colombia

T : +57 (1) 221 1077
M: +57 300 517 38 99
E : gerencia.convialsas@gmail.com

Tabla 43. Cálculo de caudales Eje 17.

EJE 17											
ABCISA		PENDIENTE (m/m)	LONGITUD	ÁREA TOTAL	COEF. ESCORRENTÍA PONDERADO	Tr	Tc promedio	Tc Escogido	INTENSIDAD	CAUDAL	CAUDAL ACUMILADO
INCIAL	FINAL	TERRENO	(km)	Km2	0	Años	min	min	mm/hr	m3/s	m3/s
K0+000.650	K0+016.310	0.0027	0.016	0.00053	0.694	10	3.575	15.000	131.00	0.0134	0.013
K0+016.310	K0+181.670	-0.0046	0.165	0.00558	0.694	10	18.844	18.844	116.88	0.1259	0.126

Fuente. Esta consultoría, 2024

Tabla 44. Cálculo de caudales Eje 18.

EJE 18											
ABCISA		PENDIENTE (m/m)	LONGITUD	ÁREA TOTAL	COEF. ESCORRENTÍA PONDERADO	Tr	Tc promedio	Tc Escogido	INTENSIDAD	CAUDAL	CAUDAL ACUMILADO
INCIAL	FINAL	TERRENO	(km)	Km2	0	Años	min	min	mm/hr	m3/s	m3/s
K0+000.650	K0+003.500	-0.0200	0.003	0.00010	0.687	10	0.592	15.000	131.00	0.0024	0.002
K0+003.500	K0+046.470	-0.0031	0.043	0.00144	0.687	10	7.402	15.000	131.00	0.0361	0.039
K0+046.470	K0+050.020	0.0160	0.004	0.00012	0.687	10	0.738	15.000	131.00	0.0030	0.003
K0+050.020	K0+053.570	-0.0235	0.004	0.00012	0.687	10	0.668	15.000	131.00	0.0030	0.003
K0+053.570	K0+095.680	0.0069	0.042	0.00141	0.687	10	5.919	15.000	131.00	0.0354	0.035
K0+095.680	K0+102.710	-0.0067	0.007	0.00024	0.687	10	1.543	15.000	131.00	0.0059	0.006
K0+102.710	K0+132.820	0.0102	0.030	0.00101	0.687	10	4.143	15.000	131.00	0.0253	0.025
K0+132.820	K0+137.810	-0.0280	0.005	0.00017	0.687	10	0.823	15.000	131.00	0.0042	0.004

Fuente. Esta consultoría, 2024

Tabla 45. Cálculo de caudales Eje 19.

EJE 19											
ABCISA		PENDIENTE (m/m)	LONGITUD	ÁREA TOTAL	COEF. ESCORRENTÍA PONDERADO	Tr	Tc promedio	Tc Escogido	INTENSIDAD	CAUDAL	CAUDAL ACUMILADO
INCIAL	FINAL	TERRENO	(km)	Km2	0	Años	min	min	mm/hr	m3/s	m3/s
K0+000.000	K0+115.140	0.0020	0.115	0.45756	0.650	10	15.493	15.493	128.90	10.6618	10.662

Fuente. Esta consultoría, 2024

Carrera 23 N° 124-87
Edificio Torre Zentai - Oficina 404 II
Bogotá - Colombia

T : +57 (1) 221 1077
M: +57 300 517 38 99
E : gerencia.convialsas@gmail.com

hsh

Tabla 46. Cálculo de caudales Eje 20.

EJE 20											
ABCISA		PENDIENTE (m/m)	LONGITUD	ÁREA TOTAL	COEF. ESCORRENTÍA PONDERADO	Tr	Tc promedio	Tc Escogido	INTENSIDAD	CAUDAL	CAUDAL ACUMILADO
INCIAL	FINAL	TERRENO	(km)	Km2	0	Años	min	min	mm/hr	m3/s	m3/s
K0+000.000	K0+107.520	-0.0027	0.108	0.41088	0.650	10	13.612	15.000	131.00	9.7320	9.732

Fuente. Esta consultoría, 2024

Tabla 47. Cálculo de caudales Eje 21.

EJE 21											
ABCISA		PENDIENTE (m/m)	LONGITUD	ÁREA TOTAL	COEF. ESCORRENTÍA PONDERADO	Tr	Tc promedio	Tc Escogido	INTENSIDAD	CAUDAL	CAUDAL ACUMILADO
INCIAL	FINAL	TERRENO	(km)	Km2		Años	min	min	mm/hr	m3/s	m3/s
K0+000.000	K0+164.860	-0.0037	0.165	0.82584	0.650	10	17.208	17.208	122.31	18.2607	18.261

Fuente. Esta consultoría, 2024

Tabla 48. Cálculo de caudales Eje 22.

EJE 22											
ABCISA		PENDIENTE (m/m)	LONGITUD	ÁREA TOTAL	COEF. ESCORRENTÍA PONDERADO	Tr	Tc promedio	Tc Escogido	INTENSIDAD	CAUDAL	CAUDAL ACUMILADO
INCIAL	FINAL	TERRENO	(km)	Km2		Años	min	min	mm/hr	m3/s	m3/s
K0+000.000	K0+114.410	-0.0193	0.114	0.42809	0.650	10	8.604	15.000	131.00	10.1400	10.140

Fuente. Esta consultoría, 2024

Carrera 23 N° 124-87
Edificio Torre Zentai - Oficina 404 II
Bogotá - Colombia

T : +57 (1) 221 1077
M: +57 300 517 38 99
E : gerencia.convialsas@gmail.com

455

Tabla 49. Cálculo de caudales Eje 23.

EJE 23											
ABCISA		PENDIENTE (m/m)	LONGITUD	ÁREA TOTAL	COEF. ESCORRENTÍA PONDERADO	Tr	Tc promedio	Tc Escogido	INTENSIDAD	CAUDAL	CAUDAL ACUMILADO
INCIAL	FINAL	TERRENO	(km)	Km2		Años	min	min	mm/hr	m3/s	m3/s
K0+000.000	K0+003.200	-0.0746	0.003	0.00011	0.687	10	0.459	15.000	131.00	0.0027	0.003
K0+003.200	K0+013.200	-0.0746	0.010	0.00034	0.687	10	1.079	15.000	131.00	0.0085	0.011
K0+013.200	K0+023.200	-0.0066	0.010	0.00034	0.687	10	2.016	15.000	131.00	0.0085	0.020
K0+023.200	K0+045.840	-0.0066	0.023	0.00077	0.687	10	3.733	15.000	131.00	0.0193	0.039
K0+045.840	K0+117.460	-0.0046	0.072	0.00244	0.687	10	9.870	15.000	131.00	0.0611	0.100
K0+117.460	K0+246.840	-0.0035	0.129	0.00441	0.687	10	16.711	16.711	124.12	0.1045	0.205
K0+246.840	K0+297.840	-0.0020	0.051	0.00174	0.687	10	9.459	15.000	131.00	0.0435	0.248
K0+297.840	K0+303.840	-0.0023	0.006	0.00020	0.687	10	1.822	15.000	131.00	0.0051	0.253
K0+303.840	K0+467.730	-0.0010	0.164	0.00559	0.687	10	27.822	27.822	96.19	0.1026	0.356
K0+467.730	K0+474.840	0.0024	0.007	0.00024	0.687	10	2.044	15.000	131.00	0.0061	0.006
K0+474.840	K0+575.860	-0.0009	0.101	0.00344	0.687	10	19.703	19.703	114.31	0.0752	0.075
K0+575.860	K0+585.860	-0.0009	0.010	0.00034	0.687	10	3.430	15.000	131.00	0.0085	0.084
K0+585.860	K0+595.860	0.0110	0.010	0.00034	0.687	10	1.764	15.000	131.00	0.0085	0.046
K0+595.860	K0+630.230	0.0110	0.034	0.00117	0.687	10	4.491	15.000	131.00	0.0293	0.038
K0+630.230	K0+640.230	0.0110	0.010	0.00034	0.687	10	1.764	15.000	131.00	0.0085	0.009
K0+640.230	K0+650.230	-0.0280	0.010	0.00034	0.687	10	1.385	15.000	131.00	0.0085	0.009
K0+650.230	K0+660.160	-0.0280	0.010	0.00034	0.687	10	1.378	15.000	131.00	0.0085	0.017
K0+660.160	K0+670.160	-0.0280	0.010	0.00034	0.687	10	1.385	15.000	131.00	0.0085	0.026
K0+670.160	K0+680.160	0.0063	0.010	0.00034	0.687	10	2.041	15.000	131.00	0.0085	0.072
K0+680.160	K0+754.990	0.0063	0.075	0.00255	0.687	10	9.411	15.000	131.00	0.0638	0.064

Fuente. Esta consultoría, 2024

Tabla 50. Cálculo de caudales Eje 24.

EJE 24											
ABCISA		PENDIENTE (m/m)	LONGITUD	ÁREA TOTAL	COEF. ESCORRENTÍA PONDERADO	Tr	Tc promedio	Tc Escogido	INTENSIDAD	CAUDAL	CAUDAL ACUMILADO
INCIAL	FINAL	TERRENO	(km)	Km2		Años	min	min	mm/hr	m3/s	m3/s
K0+000.000	K0+029.150	0.0056	0.029	0.00228	0.672	10	4.615	15.000	131.00	0.0559	0.075
K0+029.150	K0+039.150	0.0056	0.010	0.00078	0.672	10	2.065	15.000	131.00	0.0192	0.019

Carrera 23 N° 124-87
Edificio Torre Zentai - Oficina 404 II
Bogotá - Colombia

T : +57 (1) 221 1077
M: +57 300 517 38 99
E : gerencia.convialsas@gmail.com

456

EJE 24											
ABCISA		PENDIENTE (m/m)	LONGITUD	ÁREA TOTAL	COEF. ESCORRENTÍA PONDERADO	Tr	Tc promedio	Tc Escogido	INTENSIDAD	CAUDAL	CAUDAL ACUMILADO
INCIAL	FINAL	TERRENO	(km)	Km2		Años	min	min	mm/hr	m3/s	m3/s
K0+039.150	K0+049.150	-0.0044	0.010	0.00078	0.672	10	2.202	15.000	131.00	0.0192	0.019
K0+049.150	K0+088.640	-0.0044	0.039	0.00309	0.672	10	6.188	15.000	131.00	0.0758	0.095
K0+088.640	K0+110.010	0.0029	0.021	0.00167	0.672	10	4.341	15.000	131.00	0.0410	0.092
K0+110.010	K0+126.790	0.0112	0.017	0.00131	0.672	10	2.540	15.000	131.00	0.0322	0.051
K0+126.790	K0+136.790	0.0112	0.010	0.00078	0.672	10	1.723	15.000	131.00	0.0192	0.019
K0+136.790	K0+146.790	-0.0040	0.010	0.00078	0.672	10	2.258	15.000	131.00	0.0192	0.019
K0+146.790	K0+150.490	-0.0040	0.004	0.00029	0.672	10	1.081	15.000	131.00	0.0071	0.026

Fuente. Esta consultoría, 2024

Tabla 51. Cálculo de caudales Eje 25.

EJE 25											
ABCISA		PENDIENTE (m/m)	LONGITUD	ÁREA TOTAL	COEF. ESCORRENTÍA PONDERADO	Tr	Tc promedio	Tc Escogido	INTENSIDAD	CAUDAL	CAUDAL ACUMILADO
INCIAL	FINAL	TERRENO	(km)	Km2		Años	min	min	mm/hr	m3/s	m3/s
K0+000.000	K0+087.830	-0.0037	0.088	0.00248	0.685	10	12.291	15.000	131.00	0.0618	0.062
K0+087.830	K0+097.830	0.0063	0.010	0.00028	0.685	10	2.051	15.000	131.00	0.0070	0.022
K0+097.830	K0+107.830	0.0163	0.010	0.00028	0.685	10	1.600	15.000	131.00	0.0070	0.015
K0+107.830	K0+119.640	0.0263	0.012	0.00033	0.685	10	1.604	15.000	131.00	0.0083	0.008

Fuente. Esta consultoría, 2024

NOTA ACLARATORIA: Las pendientes negativas indican el sentido del flujo del agua, en la tabla se muestra de que abscisa a que abscisa sería el sentido del flujo del agua según la pendiente de diseño geométrico

Carrera 23 N° 124-87
Edificio Torre Zentai - Oficina 404 II
Bogotá - Colombia

T : +57 (1) 221 1077
M: +57 300 517 38 99
E : gerencia.convialsas@gmail.com

454

8 INFORMACIÓN HIDRÁULICA

8.1 ANÁLISIS HIDRÁULICO

Los canales y bordillos diseñados para este proyecto deberán funcionar como conducciones a flujo libre por gravedad. Para su diseño hidráulico, los cálculos se realizarán utilizando el caudal máximo horario, considerando un flujo uniforme en las áreas de drenaje que sean menores a 10 hectáreas. En caso de áreas mayores, se recomienda realizar los cálculos con flujo no permanente, adaptando las hipótesis a las características de la cuenca y a las variaciones temporales del caudal.

El diseño de los canales y bordillos se basará en la fórmula de Manning, que permite calcular la velocidad del flujo según las características hidráulicas del sistema de drenaje. La ecuación de Manning es:

$$v = \frac{1}{n} R^{2/3} S^{1/2}$$

Donde:

- **v:** velocidad del flujo (m/s),
- **n:** coeficiente de rugosidad de Manning, determinado según el material del canal o bordillo,
- **R:** radio hidráulico (m),
- **S:** pendiente del canal o bordillo (m/m).

El caudal se calculará con la ecuación de continuidad:

$$Q = v \cdot A$$

Donde:

- **Q:** caudal (m^3/s),
- **v:** velocidad del flujo (m/s),
- **A:** área de la sección transversal del canal o bordillo (m^2).

Estas fórmulas permiten dimensionar adecuadamente los canales y bordillos para garantizar un flujo eficiente, evitando desbordamientos durante eventos de precipitación intensa. La selección de los parámetros hidráulicos se ajustará a las condiciones del terreno y a las características constructivas de los canales y bordillos proyectados.

Carrera 23 N° 124-87
Edificio Torre Zentai - Oficina 404 II
Bogotá - Colombia

T : +57 (1) 221 1077
M: +57 300 517 38 99
E : gerencia.convialsas@gmail.com

8.2 COEFICIENTE DE RUGOSIDAD

El coeficiente de rugosidad de Manning, que se utiliza para calcular la pérdida de energía por fricción en las conducciones, debe ser seleccionado cuidadosamente en función del tipo de material y la condición interna de las tuberías o canales. En lugar de utilizar los valores de la norma NS-085 de Bogotá, se han adoptado los coeficientes de rugosidad recomendados en el libro Hidráulica de Ven Te Chow, que ofrece una referencia ampliamente aceptada a nivel internacional.

A continuación, se presentan los valores típicos de n según Ven Te Chow para diferentes materiales:

- **Superficie muy lisa (PVC, PEAD):** n=0.009–0.010n = 0.009 - 0.010n=0.009–0.010
- **Tuberías de concreto prefabricado:** n=0.012–0.013n = 0.012 - 0.013n=0.012–0.013
- **Concreto fundido in situ o superficies rugosas:** n=0.015–0.017n = 0.015 - 0.017n=0.015–0.017

Estos valores ofrecen una mayor precisión en el cálculo hidráulico, especialmente cuando se diseñan sistemas de drenaje que involucran distintos materiales y condiciones de superficie. El uso de estos coeficientes asegura un dimensionamiento adecuado y una mayor confiabilidad en la predicción de la capacidad hidráulica del sistema.

8.3 PENDIENTE

La pendiente de los conductos y canales deberá seleccionarse de manera que se ajuste a la topografía del terreno, evitando generar velocidades fuera de los rangos recomendados para sistemas de alcantarillado pluvial o sanitario. En tramos donde la pendiente natural sea pronunciada y pueda causar velocidades excesivas, se deben incorporar estructuras de caída que permitan controlar la pendiente y mantener las velocidades dentro de los límites permitidos.

8.4 VELOCIDADES MÍNIMAS

La velocidad mínima en el sistema debe ser tal que garantice condiciones de autolimpieza, evitando la acumulación de sedimentos. Para ello, se emplea el criterio de esfuerzo tractivo, que se calcula mediante la siguiente ecuación:

Carrera 23 N° 124-87
Edificio Torre Zentai - Oficina 404 II
Bogotá - Colombia

T : +57 (1) 221 1077
M: +57 300 517 38 99
E : gerencia.convialsas@gmail.com

$$\tau = \gamma \cdot R \cdot S$$

Donde:

- **τ:** esfuerzo cortante (N/m²),
- **γ:** peso específico del agua (N/m³),
- **R:** radio hidráulico de la sección (m),
- **S:** pendiente de la tubería (m/m).

Para garantizar la eficiencia del sistema pluvial, el esfuerzo cortante medio debe ser igual o superior a 3.0 N/m² para el caudal de diseño, en caso de requerirse tubería se debe garantizar que al menos 1.5 N/m² para el 10% de la capacidad de la tubería a flujo lleno. Estos valores aseguran que la velocidad mínima sea suficiente para mantener el flujo en condiciones de autolimpieza, evitando obstrucciones y acumulación de sólidos.

Para los canales se tomarán valores de 0.60 y 0.90 m/s según lo indica el manual de drenaje para carreteras en el numeral 4.6.1 Diseño de canales.

8.5 VELOCIDADES MÁXIMAS

Los valores máximos permitidos para la velocidad en los canales dependen del tipo de material y su sensibilidad a la abrasión. En el caso de canales construidos con materiales resistentes, como el concreto, es posible soportar velocidades relativamente altas sin comprometer la integridad de la estructura. No obstante, para velocidades superiores a 6 m/s, se deben considerar medidas adicionales, como la instalación de estructuras disipadoras de energía y la correcta cimentación de los canales para evitar daños estructurales.

Para canales excavados en tierra, las velocidades deben ser cuidadosamente controladas para evitar erosión, pero en ningún caso se permitirá que superen los 2 m/s. Esta limitación se establece para garantizar la estabilidad del canal y prevenir la degradación de sus paredes. Los valores de velocidad máxima y fuerza tractiva permisibles para distintos tipos de material se encuentran detallados en la tabla 4.9 del *Manual de Drenaje para Carreteras* del INVÍAS, que debe ser consultada para establecer los valores específicos en cada caso.

Tabla 52. Velocidades y fuerza tractiva máximas permisibles.

Carrera 23 N° 124-87
Edificio Torre Zental - Oficina 404 II
Bogotá - Colombia

T : +57 (1) 221 1077
M: +57 300 517 38 99
E : gerencia.convialsas@gmail.com

TIPO DE TERRENO	AGUA CLARA		AGUA CON SEDIMENTOS COLOIDALES (*)	
	V(m/s)	$\tau(kg/m^2)$	V(m/s)	$\tau(kg/m^2)$
Arena fina coloidal	0.45	0.13	0.75	0.37
Limo arenoso no coloidal	0.50	0.18	0.75	0.37
Sedimentos limosos	0.60	0.23	0.90	0.54
Sedimentos aluviales no coloidal	0.60	0.23	1.00	0.73
Limo	0.75	0.37	1.00	0.73
Ceniza volcánica	0.75	0.37	1.00	0.73
Arcilla dura	1.15	1.27	1.50	2.25
Sedimentos aluviales coloidal	1.15	1.27	1.50	2.25
Pizarras	1.80	3.27	1.80	3.27
Grava	0.75	0.37	1.50	1.56
Limo a ripio, suelo no coloidales	1.15	1.86	1.50	3.23
Limo a ripio, suelo coloidal	1.20	2.10	1.60	3.91
Grava gruesa	1.20	1.47	1.80	3.27
Bolos	1.50	4.44	1.60	5.38

(*) Por partículas coloidales se entienden aquellas de diámetro menor a 2 micrones en las cuales los efectos de las fuerzas de superficie prevalecen sobre los de las fuerzas gravitacionales.

Fuente. INVIAS

Carrera 23 N° 124-87
Edificio Torre Zentai - Oficina 404 II
Bogotá - Colombia

T : +57 (1) 221 1077
M: +57 300 517 38 99
E : gerencia.convialsas@gmail.com

Tabla 53. Análisis hidráulico de drenajes superficiales eje 13.

EJE 13																	
ABSCISA		LONGITUD	PENDIENTE (m/m)	LONGITUD	PROFUNDIDAD (Y)	BORDE LIBRE (L)	ALTURA BORDILLO	T1	P	ÁREA	RH	COEF. MANNING	V	Q DISEÑO	Q HIDROLOGICO	CHEQUEO CAUDALES	OBS.
INICIAL	FINAL	(m)	TERRENO	(km)	m	m	m		m	m2	m	n	m/s	m3/s	m3/s		
K0+000.00	K0+058.26	58.26	0.0027	0.06	0.17	0.03	0.20	5.00	5.34	0.85	0.16	0.014	1.090	0.927	0.081271	CUMPLE	DRENAJE EN PAVIMENTO
K0+058.26	K0+087.13	28.87	0.0046	0.03	0.17	0.03	0.20	5.00	5.34	0.85	0.16	1.014	0.020	0.017	0.046538	NO CUMPLE	CANAL ANDEN
K0+087.13	K0+094.00	6.87	0.0009	0.01	0.17	0.03	0.20	5.00	5.34	0.85	0.16	2.014	0.004	0.004	0.012066	NO CUMPLE	CANAL ANDEN
K0+094.00	K0+130.00	36.00	0.0028	0.04	0.17	0.03	0.20	5.00	5.34	0.85	0.16	3.014	0.005	0.004	0.064641	NO CUMPLE	CANAL ANDEN
K0+130.00	K0+138.00	8.00	0.0090	0.01	0.17	0.03	0.20	5.00	5.34	0.85	0.16	4.014	0.007	0.006	0.016344	NO CUMPLE	CANAL ANDEN
K0+138.00	K0+179.60	41.60	0.0032	0.04	0.17	0.03	0.20	5.00	5.34	0.85	0.16	5.014	0.003	0.003	0.085081	NO CUMPLE	CANAL ANDEN
K0+179.60	K0+186.65	7.05	0.0015	0.01	0.17	0.03	0.20	5.00	5.34	0.85	0.16	6.014	0.002	0.002	0.012717	NO CUMPLE	CANAL ANDEN
K0+186.65	K0+291.30	104.65	0.0056	0.10	0.17	0.03	0.20	5.00	5.34	0.85	0.16	7.014	0.003	0.003	0.193281	NO CUMPLE	CANAL ANDEN
K0+291.30	K0+301.30	10.00	0.0056	0.01	0.17	0.03	0.20	5.00	5.34	0.85	0.16	8.014	0.003	0.002	0.030168	NO CUMPLE	CANAL ANDEN
K0+301.30	K0+311.30	10.00	0.0103	0.01	0.17	0.03	0.20	5.00	5.34	0.85	0.16	9.014	0.003	0.003	0.032312	NO CUMPLE	CANAL ANDEN
K0+311.30	K0+342.10	30.80	0.0103	0.03	0.17	0.03	0.20	5.00	5.34	0.85	0.16	10.014	0.003	0.003	0.107269	NO CUMPLE	CANAL ANDEN
K0+000.00	K0+000.00	0.00	0.0000	0.00	0.17	0.03	0.20	5.00	5.34	0.85	0.16	11.014	0.000	0.000	0.000000	NO CUMPLE	CANAL ANDEN

Fuente. Esta consultoría, 2024

Tabla 54. Análisis hidráulico de drenajes superficiales eje 14.

EJE 14																	
ABSCISA		LONGITUD	PENDIENTE (m/m)	LONGITUD	PROFUNDIDAD (Y)	BORDE LIBRE (L)	ALTURA BORDILLO	T1	P	ÁREA	RH	COEF. MANNING	V	Q DISEÑO	Q HIDROLOGICO	CHEQUEO CAUDALES	OBS.
INICIAL	FINAL	(m)	TERRENO	(km)	m	m	m		m	m2	m	n	m/s	m3/s	m3/s		
K0+000.00	K0+007.73	7.73	0.0142	0.01	0.17	0.03	0.20	5.00	5.34	0.85	0.16	15.014	0.002	0.002	0.014689	NO CUMPLE	CANAL ANDEN
K0+007.73	K0+084.21	76.48	0.0031	0.08	0.17	0.03	0.20	5.00	5.34	0.85	0.16	16.014	0.001	0.001	0.145330	NO CUMPLE	CANAL ANDEN

Fuente. Esta consultoría, 2024

Carrera 23 N° 124-87
Edificio Torre Zentai - Oficina 404 II
Bogotá - Colombia

T : +57 (1) 221 1077
M: +57 300 517 38 99
E : gerencia.convialsas@gmail.com

462

Tabla 55. Análisis hidráulico de drenajes superficiales eje 15.

EJE 15																	
ABSCISA		LONGITUD	PENDIENTE (m/m)	LONGITUD	PROFUNDIDAD (Y)	BORDE LIBRE (L)	ALTURA BORDILLO	T1	P	ÁREA	RH	COEF. MANNING	V	Q DISEÑO	Q HIDROLOGICO	CHEQUEO CAUDALES	OBS.
INICIAL	FINAL	(m)	TERRENO	(km)	m	m	m		m	m2	m	n	m/s	m3/s	m3/s		
K0+000.00	K0+018.46	18.46	0.0168	0.02	0.17	0.03	0.20	5.00	5.34	0.85	0.16	21.014	0.002	0.002	0.014609	NO CUMPLE	CANAL ANDEN
K0+018.46	K0+028.46	10.00	0.0168	0.01	0.17	0.03	0.20	5.00	5.34	0.85	0.16	22.014	0.002	0.001	0.007914	NO CUMPLE	CANAL ANDEN
K0+028.46	K0+038.46	10.00	0.0035	0.01	0.17	0.03	0.20	5.00	5.34	0.85	0.16	23.014	0.001	0.001	0.007914	NO CUMPLE	CANAL ANDEN
K0+038.46	K0+069.51	31.05	0.0035	0.03	0.17	0.03	0.20	5.00	5.34	0.85	0.16	24.014	0.001	0.001	0.024572	NO CUMPLE	CANAL ANDEN
K0+069.51	K0+086.87	17.36	0.0087	0.02	0.17	0.03	0.20	5.00	5.34	0.85	0.16	25.014	0.001	0.001	0.013738	NO CUMPLE	CANAL ANDEN

Fuente. Esta consultoría, 2024

Tabla 56. Análisis hidráulico de drenajes superficiales eje 16.

EJE 16																	
ABSCISA		LONGITUD	PENDIENTE (m/m)	LONGITUD	PROFUNDIDAD (Y)	BORDE LIBRE (L)	ALTURA BORDILLO	T1	P	ÁREA	RH	COEF. MANNING	V	Q DISEÑO	Q HIDROLOGICO	CHEQUEO CAUDALES	OBS.
INICIAL	FINAL	(m)	TERRENO	(km)	m	m	m		m	m2	m	n	m/s	m3/s	m3/s		
K0+000.00	K0+006.69	6.69	0.0221	0.01	0.17	0.03	0.20	5.00	5.34	0.85	0.16	30.014	0.001	0.0012	0.005720	NO CUMPLE	CANAL ANDEN
K0+006.69	K0+034.32	27.63	0.0074	0.03	0.17	0.03	0.20	5.00	5.34	0.85	0.16	31.014	0.001	0.0007	0.023623	NO CUMPLE	CANAL ANDEN
K0+034.32	K0+185.77	151.45	0.0035	0.15	0.17	0.03	0.20	5.00	5.34	0.85	0.16	32.014	0.001	0.0005	0.115399	NO CUMPLE	CANAL ANDEN
K0+185.77	K0+235.85	50.08	0.0032	0.05	0.17	0.03	0.20	5.00	5.34	0.85	0.16	33.014	0.0005	0.0004	0.042816	NO CUMPLE	CANAL ANDEN
K0+235.85	K0+362.14	126.29	0.0021	0.13	0.17	0.03	0.20	5.00	5.34	0.85	0.16	34.014	0.000	0.0003	0.096615	NO CUMPLE	CANAL ANDEN
K0+362.14	K0+538.83	176.69	0.0031	0.18	0.17	0.03	0.20	5.00	5.34	0.85	0.16	35.014	0.000	0.0004	0.124840	NO CUMPLE	CANAL ANDEN
K0+538.83	K0+646.97	108.14	0.0047	0.11	0.17	0.03	0.20	5.00	5.34	0.85	0.16	36.014	0.001	0.0005	0.092456	NO CUMPLE	CANAL ANDEN

Fuente. Esta consultoría, 2024

Carrera 23 N° 124-87
Edificio Torre Zentai - Oficina 404 II
Bogotá - Colombia

T : +57 (1) 221 1077
M: +57 300 517 38 99
E : gerencia.convialsas@gmail.com

463

Tabla 57. Análisis hidráulico de drenajes superficiales eje 17.

EJE 17																		
ABSCISA		LONGITUD	PENDIENTE (m/m)	LONGITUD	PROFUNDIDAD (Y)	BORDE LIBRE (L)	ALTURA BORDILLO	T1	P	ÁREA	RH	COEF. MANNING	V	Q DISEÑO	Q HIDROLOGICO	CHEQUEO CAUDALES	OBS.
INICIAL	FINAL	(m)	TERRENO	(km)	m	m	m		m	m2	m	n	m/s	m3/s	m3/s		
K0+000.65	K0+016.31	15.66	0.0027	0.02	0.17	0.03	0.20	5.00	5.34	0.85	0.16	41.014	0.000	0.000	0.013362	NO CUMPLE	CANAL ANDEN
K0+016.31	K0+181.67	165.36	0.0046	0.17	0.17	0.03	0.20	5.00	5.34	0.85	0.16	42.014	0.000	0.000	0.125884	NO CUMPLE	CANAL ANDEN

Fuente. Esta consultoría, 2024

Tabla 58. Análisis hidráulico de drenajes superficiales eje 18.

EJE 18																		
ABSCISA		LONGITUD	PENDIENTE (m/m)	LONGITUD	PROFUNDIDAD (Y)	BORDE LIBRE (L)	ALTURA BORDILLO	T1	P	ÁREA	RH	COEF. MANNING	V	Q DISEÑO	Q HIDROLOGICO	CHEQUEO CAUDALES	OBS.
INICIAL	FINAL	(m)	TERRENO	(km)	m	m	m		m	m2	m	n	m/s	m3/s	m3/s		
K0+000.65	K0+003.50	2.85	0.0200	0.00	0.17	0.03	0.20	5.00	5.34	0.85	0.16	47.014	0.001	0.001	0.002395	NO CUMPLE	CANAL ANDEN
K0+003.50	K0+046.47	42.97	0.0031	0.04	0.17	0.03	0.20	5.00	5.34	0.85	0.16	48.014	0.000	0.000	0.036109	NO CUMPLE	CANAL ANDEN
K0+046.47	K0+050.02	3.55	0.0160	0.00	0.17	0.03	0.20	5.00	5.34	0.85	0.16	49.014	0.001	0.001	0.002983	NO CUMPLE	CANAL ANDEN
K0+050.02	K0+053.57	3.55	0.0235	0.00	0.17	0.03	0.20	5.00	5.34	0.85	0.16	50.014	0.001	0.001	0.002983	NO CUMPLE	CANAL ANDEN
K0+053.57	K0+095.68	42.11	0.0069	0.04	0.17	0.03	0.20	5.00	5.34	0.85	0.16	51.014	0.000	0.000	0.035386	NO CUMPLE	CANAL ANDEN
K0+095.68	K0+102.71	7.03	0.0067	0.01	0.17	0.03	0.20	5.00	5.34	0.85	0.16	52.014	0.000	0.000	0.005908	NO CUMPLE	CANAL ANDEN
K0+102.71	K0+132.82	30.11	0.0102	0.03	0.17	0.03	0.20	5.00	5.34	0.85	0.16	53.014	0.001	0.000	0.025302	NO CUMPLE	CANAL ANDEN
K0+132.82	K0+137.81	4.99	0.0280	0.00	0.17	0.03	0.20	5.00	5.34	0.85	0.16	54.014	0.001	0.001	0.004193	NO CUMPLE	CANAL ANDEN

Fuente. Esta consultoría, 2024

Carrera 23 N° 124-87
Edificio Torre Zentai - Oficina 404 II
Bogotá - Colombia

T : +57 (1) 221 1077
M: +57 300 517 38 99
E : gerencia.convialsas@gmail.com

464

Tabla 59. Análisis hidráulico de drenajes superficiales eje 19.

EJE 19																	
ABSCISA		LONGITUD	PENDIENTE (m/m)	LONGITUD	PROFUNDIDAD (Y)	BORDE LIBRE (L)	ALTURA BORDILLO	T1	P	ÁREA	RH	COEF. MANNING	V	Q DISEÑO	Q HIDROLOGICO	CHEQUEO CAUDALES	OBS.
INICIAL	FINAL	(m)	TERRENO	(km)	m	m	m		m	m2	m	n	m/s	m3/s	m3/s		
K0+000.00	K0+115.14	115.14	0.0020	0.12	0.17	0.03	0.20	5.00	5.34	0.85	0.16	59.014	0.000	0.000	10.661794	NO CUMPLE	CANAL ANDEN

Fuente. Esta consultoría, 2024

Tabla 60. Análisis hidráulico de drenajes superficiales eje 20.

EJE 20																	
ABSCISA		LONGITUD	PENDIENTE (m/m)	LONGITUD	PROFUNDIDAD (Y)	BORDE LIBRE (L)	ALTURA BORDILLO	T1	P	ÁREA	RH	COEF. MANNING	V	Q DISEÑO	Q HIDROLOGICO	CHEQUEO CAUDALES	OBS.
INICIAL	FINAL	(m)	TERRENO	(km)	m	m	m		m	m2	m	n	m/s	m3/s	m3/s		
K0+000.00	K0+107.52	107.52	0.0027	0.11	0.17	0.03	0.20	5.00	5.34	0.85	0.16	64.014	0.000	0.000	9.732041	NO CUMPLE	CANAL ANDEN

Fuente. Esta consultoría, 2024

Tabla 61. Análisis hidráulico de drenajes superficiales eje 21.

EJE 21																	
ABSCISA		LONGITUD	PENDIENTE (m/m)	LONGITUD	PROFUNDIDAD (Y)	BORDE LIBRE (L)	ALTURA BORDILLO	T1	P	ÁREA	RH	COEF. MANNING	V	Q DISEÑO	Q HIDROLOGICO	CHEQUEO CAUDALES	OBS.
INICIAL	FINAL	(m)	TERRENO	(km)	m	m	m		m	m2	m	n	m/s	m3/s	m3/s		
K0+000.00	K0+164.86	164.86	0.0037	0.16	0.17	0.03	0.20	5.00	5.34	0.85	0.16	69.014	0.000	0.000	18.260680	NO CUMPLE	CANAL ANDEN

Fuente. Esta consultoría, 2024

Tabla 62. Análisis hidráulico de drenajes superficiales eje 22.

EJE 22																	
ABSCISA		LONGITUD	PENDIENTE (m/m)	LONGITUD	PROFUNDIDAD (Y)	BORDE LIBRE (L)	ALTURA BORDILLO	T1	P	ÁREA	RH	COEF. MANNING	V	Q DISEÑO	Q HIDROLOGICO	CHEQUEO CAUDALES	OBS.
INICIAL	FINAL	(m)	TERRENO	(km)	m	m	m		m	m2	m	n	m/s	m3/s	m3/s		
K0+000.00	K0+114.41	114.41	0.0193	0.11	0.17	0.03	0.20	5.00	5.34	0.85	0.16	74.014	0.001	0.000	10.139962	NO CUMPLE	CANAL ANDEN

Fuente. Esta consultoría, 2024

Carrera 23 N° 124-87
Edificio Torre Zentai - Oficina 404 II
Bogotá - Colombia

T : +57 (1) 221 1077
M: +57 300 517 38 99
E : gerencia.convialsas@gmail.com

465

Tabla 63. Análisis hidráulico de drenajes superficiales eje 23.

EJE 23																	
ABSCISA		LONGITUD	PENDIENTE (m/m)	LONGITUD	PROFUNDIDAD (Y)	BORDE LIBRE (L)	ALTURA BORDILLO	T1	P	ÁREA	RH	COEF. MANNING	V	Q DISEÑO	Q HIDROLOGICO	CHEQUEO CAUDALES	OBS.
INICIAL	FINAL	(m)	TERRENO	(km)	m	m	m		m	m2	m	n	m/s	m3/s	m3/s		
K0+000.00	K0+003.20	3.20	0.0746	0.00	0.17	0.03	0.20	5.00	5.34	0.85	0.16	79.014	0.001	0.001	0.002729	NO CUMPLE	CANAL ANDEN
K0+003.20	K0+013.20	10.00	0.0746	0.01	0.17	0.03	0.20	5.00	5.34	0.85	0.16	80.014	0.001	0.001	0.008527	NO CUMPLE	CANAL ANDEN
K0+013.20	K0+023.20	10.00	0.0066	0.01	0.17	0.03	0.20	5.00	5.34	0.85	0.16	81.014	0.000	0.000	0.008527	NO CUMPLE	CANAL ANDEN
K0+023.20	K0+045.84	22.64	0.0066	0.02	0.17	0.03	0.20	5.00	5.34	0.85	0.16	82.014	0.000	0.000	0.019305	NO CUMPLE	CANAL ANDEN
K0+045.84	K0+117.46	71.62	0.0046	0.07	0.17	0.03	0.20	5.00	5.34	0.85	0.16	83.014	0.000	0.000	0.061070	NO CUMPLE	CANAL ANDEN
K0+117.46	K0+246.84	129.38	0.0035	0.13	0.17	0.03	0.20	5.00	5.34	0.85	0.16	84.014	0.000	0.000	0.104528	NO CUMPLE	CANAL ANDEN
K0+246.84	K0+297.84	51.00	0.0020	0.05	0.17	0.03	0.20	5.00	5.34	0.85	0.16	85.014	0.000	0.000	0.043487	NO CUMPLE	CANAL ANDEN
K0+297.84	K0+303.84	6.00	0.0023	0.01	0.17	0.03	0.20	5.00	5.34	0.85	0.16	86.014	0.000	0.000	0.005116	NO CUMPLE	CANAL ANDEN
K0+303.84	K0+467.73	163.89	0.0010	0.16	0.17	0.03	0.20	5.00	5.34	0.85	0.16	87.014	0.000	0.000	0.102614	NO CUMPLE	CANAL ANDEN
K0+467.73	K0+474.84	7.11	0.0024	0.01	0.17	0.03	0.20	5.00	5.34	0.85	0.16	88.014	0.000	0.000	0.006063	NO CUMPLE	CANAL ANDEN
K0+474.84	K0+575.86	101.02	0.0009	0.10	0.17	0.03	0.20	5.00	5.34	0.85	0.16	89.014	0.000	0.000	0.075165	NO CUMPLE	CANAL ANDEN
K0+575.86	K0+585.86	10.00	0.0009	0.01	0.17	0.03	0.20	5.00	5.34	0.85	0.16	90.014	0.000	0.000	0.008527	NO CUMPLE	CANAL ANDEN
K0+585.86	K0+595.86	10.00	0.0110	0.01	0.17	0.03	0.20	5.00	5.34	0.85	0.16	91.014	0.000	0.000	0.008527	NO CUMPLE	CANAL ANDEN
K0+595.86	K0+630.23	34.37	0.0110	0.03	0.17	0.03	0.20	5.00	5.34	0.85	0.16	92.014	0.000	0.000	0.029307	NO CUMPLE	CANAL ANDEN
K0+630.23	K0+640.23	10.00	0.0110	0.01	0.17	0.03	0.20	5.00	5.34	0.85	0.16	93.014	0.000	0.000	0.008527	NO CUMPLE	CANAL ANDEN
K0+640.23	K0+650.23	10.00	0.0280	0.01	0.17	0.03	0.20	5.00	5.34	0.85	0.16	94.014	0.001	0.000	0.008527	NO CUMPLE	CANAL ANDEN
K0+650.23	K0+660.16	9.93	0.0280	0.01	0.17	0.03	0.20	5.00	5.34	0.85	0.16	95.014	0.001	0.000	0.008467	NO CUMPLE	CANAL ANDEN
K0+660.16	K0+670.16	10.00	0.0280	0.01	0.17	0.03	0.20	5.00	5.34	0.85	0.16	96.014	0.001	0.000	0.008527	NO CUMPLE	CANAL ANDEN
K0+670.16	K0+680.16	10.00	0.0063	0.01	0.17	0.03	0.20	5.00	5.34	0.85	0.16	97.014	0.000	0.000	0.008527	NO CUMPLE	CANAL ANDEN
K0+680.16	K0+754.99	74.83	0.0063	0.07	0.17	0.03	0.20	5.00	5.34	0.85	0.16	98.014	0.000	0.000	0.063807	NO CUMPLE	CANAL ANDEN

Fuente. Esta consultoría, 2024

Carrera 23 N° 124-87
Edificio Torre Zentai - Oficina 404 II
Bogotá - Colombia

T : +57 (1) 221 1077
M: +57 300 517 38 99
E : gerencia.convialsas@gmail.com

960

Tabla 64. Análisis hidráulico de drenajes superficiales eje 24..

EJE 24																	
ABSCISA		LONGITUD	PENDIENTE (m/m)	LONGITUD	PROFUNDIDAD (Y)	BORDE LIBRE (L)	ALTURA BORDILLO	T1	P	ÁREA	RH	COEF. MANNING	V	Q DISEÑO	Q HIDROLOGICO	CHEQUEO CAUDALES	OBS.
INICIAL	FINAL	(m)	TERRENO	(km)	m	m	m		m	m2	m	n	m/s	m3/s	m3/s		
K0+000.00	K0+029.15	29.15	0.0056	0.03	0.17	0.03	0.20	5.00	5.34	0.85	0.16	103.014	0.000	0.000	0.055917	NO CUMPLE	CANAL ANDEN
K0+029.15	K0+039.15	10.00	0.0056	0.01	0.17	0.03	0.20	5.00	5.34	0.85	0.16	104.014	0.000	0.000	0.019182	NO CUMPLE	CANAL ANDEN
K0+039.15	K0+049.15	10.00	0.0044	0.01	0.17	0.03	0.20	5.00	5.34	0.85	0.16	105.014	0.000	0.000	0.019182	NO CUMPLE	CANAL ANDEN
K0+049.15	K0+088.64	39.49	0.0044	0.04	0.17	0.03	0.20	5.00	5.34	0.85	0.16	106.014	0.000	0.000	0.075752	NO CUMPLE	CANAL ANDEN
K0+088.64	K0+110.01	21.37	0.0029	0.02	0.17	0.03	0.20	5.00	5.34	0.85	0.16	107.014	0.000	0.000	0.040993	NO CUMPLE	CANAL ANDEN
K0+110.01	K0+126.79	16.78	0.0112	0.02	0.17	0.03	0.20	5.00	5.34	0.85	0.16	108.014	0.000	0.000	0.032188	NO CUMPLE	CANAL ANDEN
K0+126.79	K0+136.79	10.00	0.0112	0.01	0.17	0.03	0.20	5.00	5.34	0.85	0.16	109.014	0.000	0.000	0.019182	NO CUMPLE	CANAL ANDEN
K0+136.79	K0+146.79	10.00	0.0040	0.01	0.17	0.03	0.20	5.00	5.34	0.85	0.16	110.014	0.000	0.000	0.019182	NO CUMPLE	CANAL ANDEN
K0+146.79	K0+150.49	3.70	0.0040	0.00	0.17	0.03	0.20	5.00	5.34	0.85	0.16	111.014	0.000	0.000	0.007098	NO CUMPLE	CANAL ANDEN
K0+000.00	K0+000.00	0.00	0.0000	0.00	0.17	0.03	0.20	5.00	5.34	0.85	0.16	112.014	0.000	0.000	0.000000	NO CUMPLE	CANAL ANDEN

Fuente. Esta consultoría, 2024

Tabla 65. Análisis hidráulico de drenajes superficiales eje 25.

EJE 25																	
ABSCISA		LONGITUD	PENDIENTE (m/m)	LONGITUD	PROFUNDIDAD (Y)	BORDE LIBRE (L)	ALTURA BORDILLO	T1	P	ÁREA	RH	COEF. MANNING	V	Q DISEÑO	Q HIDROLOGICO	CHEQUEO CAUDALES	OBS.
INICIAL	FINAL	(m)	TERRENO	(km)	m	m	m		m	m2	m	n	m/s	m3/s	m3/s		
K0+000.00	K0+087.83	87.83	0.0037	0.09	0.17	0.03	0.20	5.00	5.34	0.85	0.16	116.014	0.000	0.000	0.061794	NO CUMPLE	CANAL ANDEN
K0+087.83	K0+097.83	10.00	0.0063	0.01	0.17	0.03	0.20	5.00	5.34	0.85	0.16	117.014	0.000	0.000	0.007036	NO CUMPLE	CANAL ANDEN
K0+097.83	K0+107.83	10.00	0.0163	0.01	0.17	0.03	0.20	5.00	5.34	0.85	0.16	118.014	0.000	0.000	0.007036	NO CUMPLE	CANAL ANDEN
K0+107.83	K0+119.64	11.81	0.0263	0.01	0.17	0.03	0.20	5.00	5.34	0.85	0.16	119.014	0.000	0.000	0.008309	NO CUMPLE	CANAL ANDEN

Fuente. Esta consultoría, 2024

Carrera 23 N° 124-87
Edificio Torre Zentai - Oficina 404 II
Bogotá - Colombia

T : +57 (1) 221 1077
M: +57 300 517 38 99
E : gerencia.convialsas@gmail.com

464

9 SISTEMA PLUVIAL

9.1 CONSIDERACIONES GENERALES

No todos los sectores requieren necesariamente un sistema de drenaje pluvial. Dependiendo de las condiciones topográficas, las características de las vías, la estructura urbana y el desarrollo de la zona, la evacuación de la escorrentía podría lograrse de manera efectiva a través de las calles o cunetas. En aquellos sectores donde sea necesario, los sistemas pluviales pueden cubrir toda la zona o enfocarse en las áreas específicas que presentan problemas de inundación.

Los sistemas de recolección y evacuación de aguas pluviales se diseñarán y construirán con el objetivo de:

- Facilitar la evacuación adecuada de la escorrentía pluvial de las vías públicas.
- Prevenir la generación de caudales excesivos en las calzadas.
- Evitar la entrada de aguas pluviales a propiedades públicas y privadas.
- Impedir la acumulación de aguas en vías de tránsito.
- Asegurar la continuidad del tráfico vehicular y peatonal durante eventos de precipitación intensa.
- Evitar conexiones incorrectas hacia el sistema de recolección y evacuación de aguas residuales.
- Mitigar los efectos negativos sobre los cuerpos de agua receptores causados por la contaminación de la escorrentía pluvial urbana.

Algunos de los factores clave a considerar en el estudio de los problemas de recolección y evacuación de aguas pluviales en áreas urbanas incluyen:

- Evaluación de soluciones utilizando canales abiertos o conductos cerrados.
- Determinación de la profundidad adecuada para los colectores.
- Selección de los tipos de tuberías más adecuados para el sistema.

9.2 DRENAJE SUPERFICIAL

El objetivo principal del drenaje superficial es captar y desalojar las aguas lluvias que corren directamente sobre la calzada y sus zonas aledañas. Un sistema de drenaje superficial está constituido por los siguientes elementos:

Carrera 23 N° 124-87
Edificio Torre Zentai - Oficina 404 II
Bogotá - Colombia
T : +57 (1) 221 1077
M: +57 300 517 38 99
E : gerencia.convialsas@gmail.com

- Pendiente longitudinal
- Cunetas o canaletas
- Sumideros
- Pendiente transversal

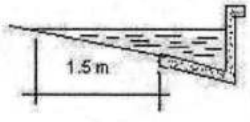
Las cunetas longitudinales deben proyectarse para satisfacer una o varias finalidades siguientes:

- Recoger las aguas de escorrentía procedentes de calzada, de taludes de cortes y laderas adyacentes.
- Recoger las aguas infiltradas en base, sub-base y terrenos adyacentes.
- Controlar el nivel freático.
- Al proyectarse una cuneta, mediante los cálculos hidráulicos, se debe tener en cuenta su sección transversal, pendiente longitudinal, puntos de drenaje, así como el tipo de revestimiento en caso de requerirse.
- La velocidad de circulación de agua debe limitarse para evitar erosión, sin reducirla tanto que pueda dar origen a depósitos de sedimentos. La velocidad mínima recomendable 0.35 m/s.
- El cálculo hidráulico de las cunetas debe realizarse según los requisitos establecidos en la normas RAS.
- Cálculo de escorrentía, o sea, caudales a eliminar - Determinación de capacidad hidráulica de la cuneta con el fin de definir sus dimensiones.

Aparte del aspecto estructural del pavimento, el drenaje es absolutamente indispensable para facilitar el tránsito de los peatones y vehículos en épocas de lluvia, disminuir los accidentes y evitar la reducción de la capacidad de la vía por anegación de la calzada. Los límites tolerables de inundación de cunetas en vías urbanas se indican en la Tabla 66.

Tabla 66. Límites de Inundación permisibles de cunetas en vías urbanas.

Cuadro 1. Limites de inundación permisible de cunetas en vías urbanas

CARACTERÍSTICAS DEL DRENAJE	LÍMITE PERMISIBLE DE LA ZONA INUNDABLE	FRECUENCIA DE LA LLUVIA DE DISEÑO (años)		
		VÍAS RÁPIDAS	AVENIDAS	CALLES
Sardineles, cunetas	 Un metro y medio del ancho de la calzada	15	10	10

Carrera 23 N° 124-87
Edificio Torre Zentai - Oficina 404 II
Bogotá - Colombia

T : +57 (1) 221 1077
M: +57 300 517 38 99
E : gerencia.convialsas@gmail.com

Fuente. INVIAS

NOTA: El drenaje superficial de las vías en zonas urbanas debe ser coordinado con las autoridades competentes de la localidad.

9.2.1 LOCALIZACIÓN DE LAS CUNETAS Y CANALETAS

Las cunetas y canaletas deben ubicarse según lo indicado en los planos de diseño o en las áreas donde sea necesaria su construcción o reconstrucción, de acuerdo con el criterio técnico del proyecto.

En el presente diseño, se consideró que la pendiente transversal de la vía, en conjunto con el sardinel, formaban una cuneta longitudinal. Esta configuración se complementa con una pendiente longitudinal en la vía, y se ha garantizado la ausencia de puntos bajos. Con base en este criterio, se adoptó una pendiente transversal (bombeo normal) del 2.0 %.

De acuerdo con los cálculos presentados en el Anexo 3, el ancho de inundación T se confina en los sardineles por cada costado de la vía y en algunas casos supera la cuña conformada por el peralte, pero nunca presenta desborde por encima de los sardineles.

A continuación, se detallan los parámetros de diseño utilizados para el cálculo de las zonas de inundación sobre la vía.

Tabla 67. Parámetros de diseño zona de Inundación.

DRENAJE SUPERFICIAL

Base 1	3.00	m
Base 2	0.00	m
Altura	0.06	m
1/n	66.67	
Área	0.27	m2
Perímetro	6.181	m
Radio H	0.044	m
Intensidad	175.76	mm/h
c	0.75	
Ancho de zona	20.00	m

Fuente. Esta consultoría, 2024

Carrera 23 N° 124-87
Edificio Torre Zentai - Oficina 404 II
Bogotá - Colombia

T : +57 (1) 221 1077
M: +57 300 517 38 99
E : gerencia.convialsas@gmail.com

De acuerdo con las pendientes que se pudiecen considerar de acuerdo a la zona del proyecto se presenta la curva de capacidad y longitud de saturacion correspondiente.

Tabla 68. Longitud máxima de saturación Cuña para un ancho de calzada de 6.00 m.

Pendiente	Caudal m3/s	V (m/s)	Froud	L max Cuneta
0.05	0.05	0.18	0.24	68.0
0.1	0.07	0.26	0.34	96.0
0.15	0.09	0.32	0.42	118.0
0.2	0.10	0.37	0.48	136.0
0.25	0.11	0.41	0.54	152.0
0.3	0.12	0.45	0.59	167.0
0.35	0.13	0.49	0.64	180.0
0.4	0.14	0.52	0.68	193.0
0.45	0.15	0.55	0.72	205.0
0.5	0.16	0.58	0.76	216.0
0.55	0.17	0.61	0.80	226.0
0.6	0.17	0.64	0.83	236.0
0.65	0.18	0.67	0.87	246.0
0.7	0.19	0.69	0.90	255.0
0.75	0.19	0.72	0.93	264.0
0.8	0.20	0.74	0.96	273.0
0.85	0.21	0.76	0.99	281.0
0.9	0.21	0.78	1.02	289.0
0.95	0.22	0.81	1.05	297.0
1	0.22	0.83	1.08	305.0
1.05	0.23	0.85	1.10	312.0
1.1	0.23	0.87	1.13	320.0
1.15	0.24	0.89	1.16	327.0
1.2	0.24	0.91	1.18	334.0
1.25	0.25	0.92	1.21	341.0
1.3	0.25	0.94	1.23	348.0
1.35	0.26	0.96	1.25	354.0
1.4	0.26	0.98	1.28	361.0
1.45	0.27	1.00	1.30	367.0
1.5	0.27	1.01	1.32	373.0

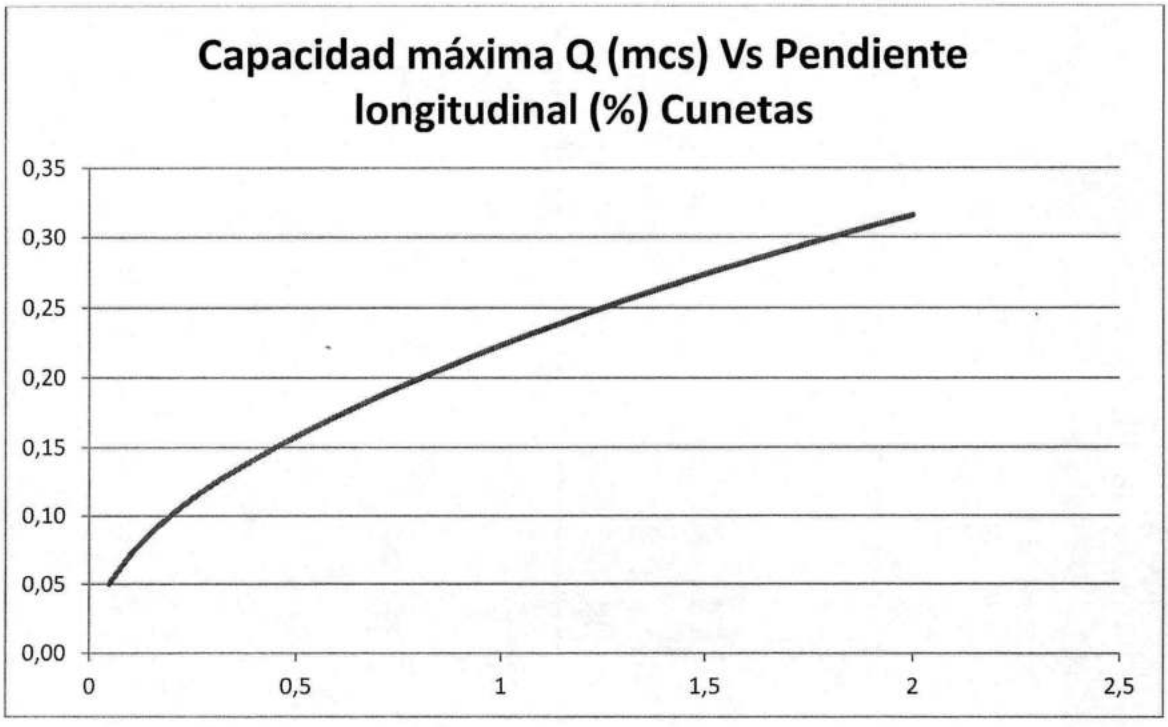
Carrera 23 N° 124-87
Edificio Torre Zentai - Oficina 404 II
Bogotá - Colombia

T : +57 (1) 221 1077
M: +57 300 517 38 99
E : gerencia.convialsas@gmail.com

1.55	0.28	1.03	1.34	380.0
1.6	0.28	1.05	1.36	386.0
1.65	0.29	1.06	1.38	392.0
1.7	0.29	1.08	1.41	397.0
1.75	0.30	1.09	1.43	403.0
1.8	0.30	1.11	1.45	409.0
1.85	0.30	1.12	1.47	415.0
1.9	0.31	1.14	1.49	420.0
1.95	0.31	1.15	1.51	426.0
2	0.32	1.17	1.52	431.0

Fuente. Esta consultoría, 2024

Figura 11. Curva Capacidad Vs Pendiente para un ancho de calzada de 6.00 m.



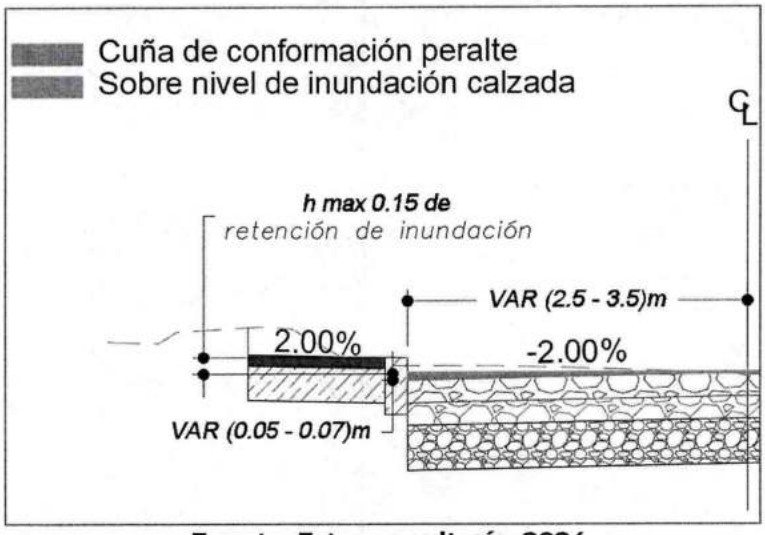
Fuente. Esta consultoría, 2024

A continuación se presenta disposición de la inundacion en la sección de la vía proyectada:

Carrera 23 N° 124-87
Edificio Torre Zentai - Oficina 404 II
Bogotá - Colombia

T : +57 (1) 221 1077
M: +57 300 517 38 99
E : gerencia.convialsas@gmail.com

Figura 12. Zona de Inundación en Sección de Vía.

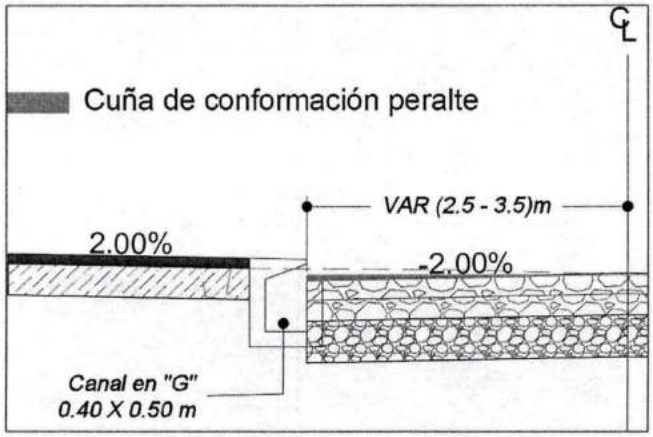


Fuente. Esta consultoría, 2024

Como se puede observar en la figura 11 la inundación se produce de forma variable de acuerdo con el ancho de calzada, la pendiente longitudinal y la longitud de captación. El análisis de resultados se presenta en el numeral 9.2.2 Análisis de resultados.

Por otra parte en las calles donde se dispone de canales de recolección cercana, donde se pueda realizar el descole de las estructuras se dispuso de un canal recolector en forma de "G", como se muestra en la figura 12.

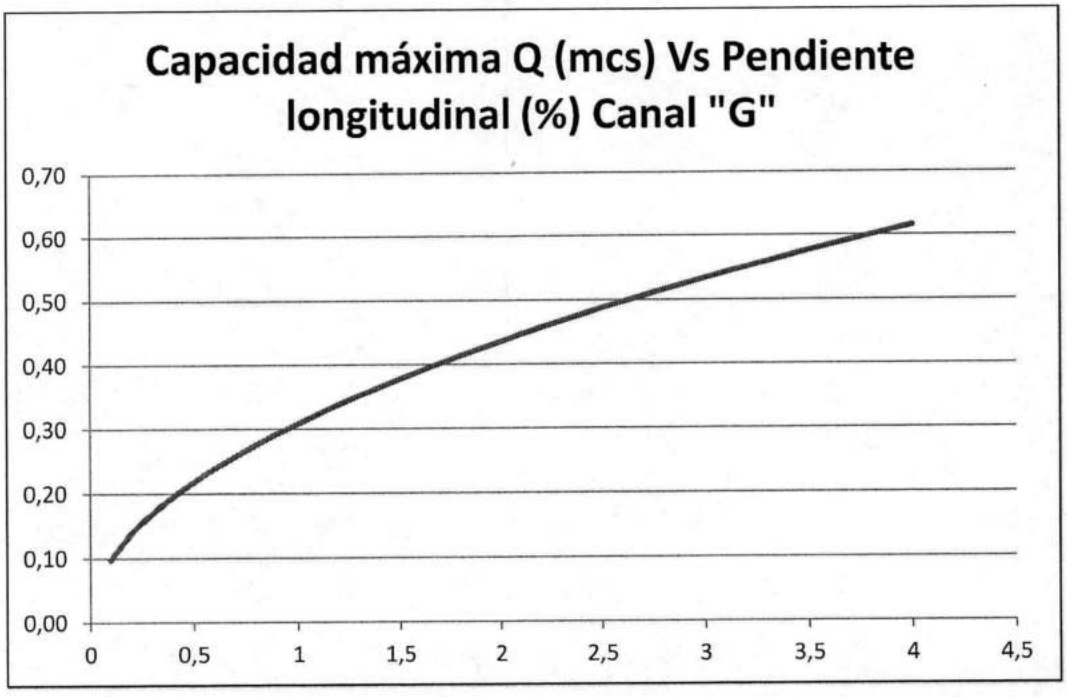
Figura 13. Localización Canal "G".



Carrera 23 N° 124-87
Edificio Torre Zentai - Oficina 404 II
Bogotá - Colombia
T : +57 (1) 221 1077
M: +57 300 517 38 99
E : gerencia.convialsas@gmail.com

Fuente. Esta consultoría, 2024

Figura 14. Curva Capacidad Vs Pendiente Canal en "G".



Fuente. Esta consultoría, 2024

Carrera 23 N° 124-87
Edificio Torre Zental - Oficina 404 II
Bogotá - Colombia

T : +57 (1) 221 1077
M: +57 300 517 38 99
E : gerencia.convialsas@gmail.com

9.2.2 ANÁLISIS DE RESULTADOS

A continuación, se presenta la descripción de los resultados obtenidos y presentados en el Anexo 3 Evaluación Hidráulica Zona de Inundación

Eje 13 - Carrera 4 entre las Calles 17 y 13

Este tramo posee una longitud de 342.10 m con un ancho de calzada de diseño de 10.3 m con pendientes entre el 0.09% y el 1.03%, para este tramo se estima que la lámina de agua para un periodo de retorno de diez años no supere la altura de 10 cm que es la que se conforma entre el eje de la vía y el bombeo del 2%.

Eje 14 - Calle 11 entre las Carreras 3 y 4

Este tramo posee una longitud de 84.21 m con un ancho de calzada de diseño de 7 m con pendientes entre el 0.31% y el 1.42%, para este tramo se estima que la lámina de agua para un periodo de retorno de diez años no supere la altura de 7 cm que es la que se conforma entre el eje de la vía y el bombeo del 2%, sin embargo, en el tramo comprendido entre el K0+007.73 y el K0+084.21 posee una pendiente de 0.31%, se presenta sobre el eje un sobre nivel de 3 cm sin presentar desborde.

Eje 15 - Carrera 4 entre las Calles 11 y 12

Este tramo posee una longitud de 86.87 m con un ancho de calzada de diseño de 5.5 m con pendientes entre el 0.35% y 1.68%, para este tramo se estima que la lámina de agua para un periodo de retorno de diez años no supere la altura de 6 cm que es la que se conforma entre el eje de la vía y el bombeo del 2%, sin embargo, en los tramos comprendidos entre el K0+028.46 y el K0+069.51 y entre el K0+069.51 y el K0+086.87 poseen unas pendientes de 0.35% y 0.87% respectivamente, se presenta sobre el eje un sobre nivel de 3 cm sin presentar desborde.

Carrera 23 N° 124-87
Edificio Torre Zentai - Oficina 404 II
Bogotá - Colombia

T : +57 (1) 221 1077
M: +57 300 517 38 99
E : gerencia.convialsas@gmail.com

Eje 16 - Diagonal 21 entre Transversal 5 y 1A

Este tramo posee una longitud de 646.97 m con un ancho de calzada de diseño de 6 m con pendientes entre el 0.21% y 2.21%, para este tramo se incluye canales longitudinales adyacentes a los bordes de vía, estos canales se conformarán en estructuras monolíticas en forma de "G" de dimensión hidráulica de 0.40 m x 0.50 m, de esta forma se garantiza que la vía no presente inundación.

Eje 17 - Diagonal 22 entre Carrera 3 y Transversal 2

Este tramo posee una longitud de 181.67 m con un ancho de calzada de diseño de 6 m con pendientes entre el 0.40% y el 0.56%, para este tramo se incluye canales longitudinales adyacentes a los bordes de vía, estos canales se conformarán en estructuras monolíticas en forma de "G" de dimensión hidráulica de 0.40 m x 0.50 m, de esta forma se garantiza que la vía no presente inundación.

Eje 18 - Transversal 1A entre Diagonal 22 y 19

Este tramo posee una longitud de 137.81 m con un ancho de calzada de diseño de 5 m con pendientes entre el 0.31% y el 2.80%, para este tramo se estima que la lámina de agua para un periodo de retorno de diez años no supere la altura de 5 cm que es la que se conforma entre el eje de la vía y el bombeo del 2%, sin embargo, en los tramos comprendidos entre el K0+003.50 y el K0+046.47, entre el K0+053.57 y el K0+095.68 y entre el K0+102.71 y el K0+132.82 poseen unas pendientes de 0.31%, 0.69% y 1.02% respectivamente, se presenta sobre el eje un sobre nivel de 3 cm sin presentar desborde.

Eje 19 - Carrera 1E entre las Calles 1 y 2

Este tramo posee una longitud de 115.14 m con un ancho de calzada de diseño de 4 m con una pendiente del 0.20%, para este tramo se incluye canales longitudinales adyacentes a los bordes de vía, estos canales se conformarán en estructuras monolíticas en forma de "G" de dimensión hidráulica de 0.40 m x 0.50 m, de esta forma se garantiza que la vía no presente inundación.

Carrera 23 N° 124-87
Edificio Torre Zentai - Oficina 404 II
Bogotá - Colombia

T : +57 (1) 221 1077
M: +57 300 517 38 99
E : gerencia.convialsas@gmail.com

Eje 20 - Calle 2 entre las Carreras 1AA y 1E

Este tramo posee una longitud de 107.52 m con un ancho de calzada de diseño de 6 m con una pendiente del 0.27%, para este tramo se incluye canales longitudinales adyacentes a los bordes de vía, estos canales se conformarán en estructuras monolíticas en forma de "G" de dimensión hidráulica de 0.40 m x 0.50 m, de esta forma se garantiza que la vía no presente inundación.

Eje 21 - Carrera 1B entre las Calles 2 y 3

Este tramo posee una longitud de 164.86 m con un ancho de calzada de diseño de 6 m con una pendiente del 0.37%, para este tramo se incluye canales longitudinales adyacentes a los bordes de vía, estos canales se conformarán en estructuras monolíticas en forma de "G" de dimensión hidráulica de 0.40 m x 0.50 m, de esta forma se garantiza que la vía no presente inundación.

Eje 22 - Calle 3 entre las Carreras 1B y 1E

Este tramo posee una longitud de 114.41 m con un ancho de calzada de diseño de 6.60 m con una pendiente del 0.24%, para este tramo se incluye canales longitudinales adyacentes a los bordes de vía, estos canales se conformarán en estructuras monolíticas en forma de "G" de dimensión hidráulica de 0.40 m x 0.50 m, de esta forma se garantiza que la vía no presente inundación.

Eje 23 - Transversal 1A sur entre las Diagonales 14 sur y 0 sur

Este tramo posee una longitud de 754.99 m con un ancho de calzada de diseño de 5 m con pendientes entre el 0.09% y el 7.46%, para este tramo se incluye canales longitudinales adyacentes a los bordes de vía, estos canales se conformarán en estructuras monolíticas en forma de "G" de dimensión hidráulica de 0.50 m x 0.60 m, de esta forma se garantiza que la vía no presente inundación.

Carrera 23 N° 124-87
Edificio Torre Zentai - Oficina 404 II
Bogotá - Colombia

T : +57 (1) 221 1077
M: +57 300 517 38 99
E : gerencia.convialsas@gmail.com

Eje 24 - Calle 16 entre las Carreras 7 y 3 A

Este tramo posee una longitud de 150.49 m con un ancho de calzada de diseño de 7 m con pendientes entre el 0.29% y el 1.12%, para este tramo se estima que la lámina de agua para un periodo de retorno de diez años no supere la altura de 7 cm que es la que se conforma entre el eje de la vía y el bombeo del 2%, sin embargo, en los tramos comprendidos entre el K0+039.15 y el K0+0.88.64 y entre el K0+0.88.64 y el K0+110.01 poseen unas pendientes de 0.44%, y 0.29% respectivamente, se presenta sobre el eje un sobre nivel de 1 cm sin presentar desborde.

Eje 25 - Carrera 1D entre las Calles 1 y 2

Este tramo posee una longitud de 119.64 m con un ancho de calzada de diseño de 4 m con pendientes entre el 0.49% y el 1.03%, para este tramo se incluye canales longitudinales adyacentes a los bordes de vía, estos canales se conformarán en estructuras monolíticas en forma de "G" de dimensión hidráulica de 0.40 m x 0.50 m, de esta forma se garantiza que la vía no presente inundación.

Carrera 23 N° 124-87
Edificio Torre Zentai - Oficina 404 II
Bogotá - Colombia

T : +57 (1) 221 1077
M: +57 300 517 38 99
E : gerencia.convialsas@gmail.com

10 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- Para realizar el análisis hidrológico para los tramos de vía en estudio se seleccionó la información histórica de la estación Bocas de la Ceiba.
- La estación Bocas de La Ceiba se ubica en una elevación 20 msnm, la precipitación promedio total multianual es igual a 1415.38 mm, presentando un promedio mensual multianual de 117.95 mm.
- Para la determinación de los caudales para obras menores a 2.5 km^2 se utilizó el método Racional.
- El tiempo de concentración mínimo que se utilizó es el establecido por el Manual de drenaje para carreteras del INVIAS que corresponde a 15 minutos.
- De acuerdo con el análisis realizado las inundaciones analizadas no presentan desborde hacia los predios
- Se deben realizar anden cunetas en los diversos alineamientos, los cuales deben conducir hacia los canales colectores más cercanos, con el fin de no profundizar de manera excesiva en las excavaciones.
- Se debe realizar protección y limpieza los canales colectores al igual de realizar la protección de sus taludes.
- Se debe revisar de manera constructiva las salidas de aguas lluvias de los domicilios, respecto a su altura en relación con la cotas de los ejes laterales de las vías en el diseño geométrico, en tal caso que sea necesario, debe ser construida una caja de inspección junto a un sifón invertido que garantice la salida del agua lluvia por rebose hacia capa de rodadura de la vía.
- Se deben instalar válvulas o compuertas antirretorno en la conexión o puntos de descarga entre un canal anden y los canales colectores.
- Se debe realizar las adecuadas conexiones entre las acometidas domiciliarias y el sistema sanitario de la zona.

Carrera 23 N° 124-87
Edificio Torre Zentai - Oficina 404 II
Bogotá - Colombia

T : +57 (1) 221 1077
M: +57 300 517 38 99
E : gerencia.convialsas@gmail.com

11 BIBLIOGRAFÍA

- Manual de Drenaje de Carreteras, Instituto Nacional de Vías - 2009.

- Ray Linsley. Max Kohler y Joseph Paulus. Hidrología para ingenieros. Segunda Edición. McGraw Hill. 1977.

- Rodrigo Vargas y Mario Díaz-Granados. Curvas sintéticas regionalizadas de intensidad – duración – frecuencia para Colombia.

- Ven Te Chow y otros. Hidrología Aplicada. Mc Graw Hill. 1994.

- Jimmy Williams y Roy Hann. User Manual. Problem oriented computer language for hydrologic modeling. United States Departament of Agriculture. 1973.

- CHOW. Ven Te. Hidráulica de Canales Abiertos. Ed. Mc Graw Hill.1994.

Fin del documento.

Carrera 23 N° 124-87
Edificio Torre Zentai - Oficina 404 II
Bogotá - Colombia

T : +57 (1) 221 1077
M: +57 300 517 38 99
E : gerencia.convialsas@gmail.com

Montería, 08/11/2024

Señores
Alcaldía Municipal de Montería

Asunto: CERTIFICADO DE RESPONSABILIDAD

Certifico que he realizado el estudio de señalización, hidráulico, diseño geométrico y planos del proyecto: **"PAVIMENTACION DE VIAS EN BARRIOS DE LA COMUNA 3 EN EL MUNICIPIO DE MONTERIA"**, a construirse en el Municipio Montería, Departamento de Córdoba, de acuerdo con los requisitos técnicos vigentes, establecidos en la Normatividad Colombiana, cuyos resultados se encuentran consignados tanto en los informes de diseño como en los planos, que anexo debidamente firmados.

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

RICARDO TAFUR SANCHEZ
Ingeniero Civil
M.P. No. 25202-151559 CND
C.C. No. 79.865.912



REPUBLICA DE COLOMBIA
IDENTIFICACION PERSONAL
CEDULA DE CIUDADANIA

NUMERO 79.865.912

TAFUR SANCHEZ

APELLIDOS

RICARDO

NOMBRES

FIRMA



FECHA DE NACIMIENTO 29-JUL-1977

BOGOTA D.C
(CUNDINAMARCA)

LUGAR DE NACIMIENTO

1.75 A+ M

ESTATURA G.S. RH SEXO

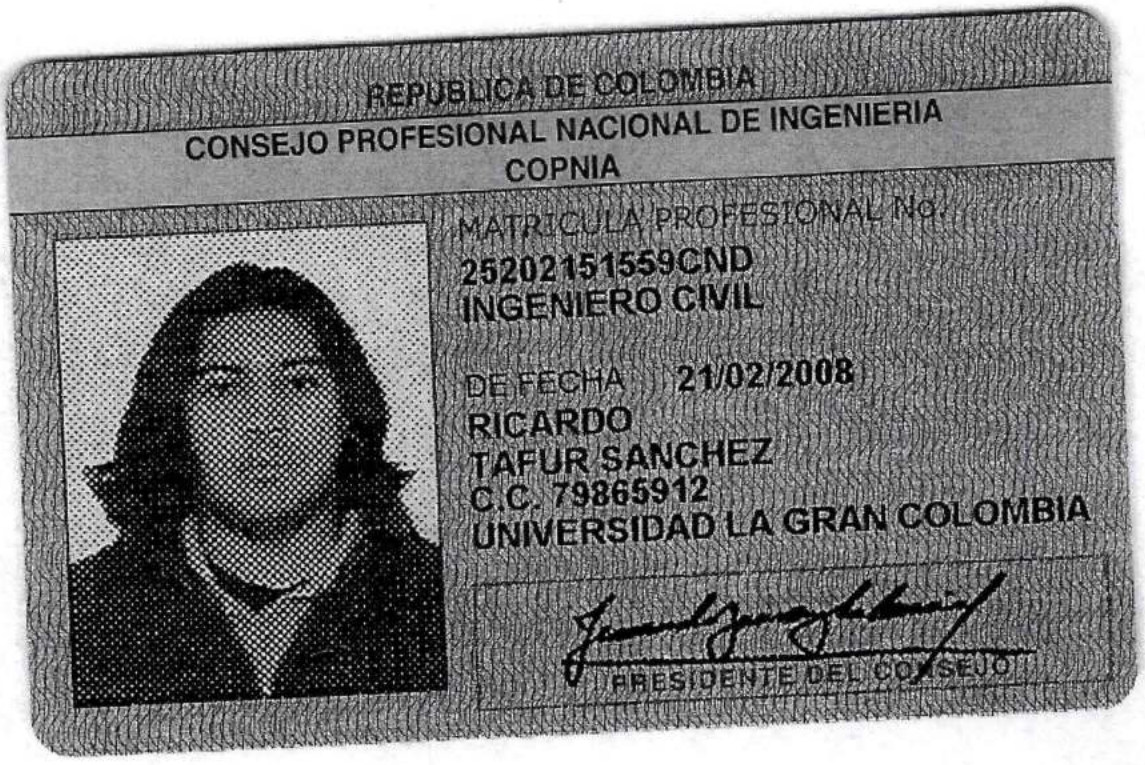
29-AGO-1995 BOGOTA D.C

FECHA Y LUGAR DE EXPEDICION

REGISTRADOR NACIONAL
CARLOS ARIEL SÁNCHEZ TORRES

INDICE DERECHO

A-1513900-00277484-M-0079865912-20110117 0025546201A 1 35261835


REPUBLICA DE COLOMBIA
CONSEJO PROFESIONAL NACIONAL DE INGENIERIA
COPNIA
MATRICULA PROFESIONAL No.
25202151559CND
INGENIERO CIVIL
DE FECHA 21/02/2008
RICARDO
TAFUR SANCHEZ
C.C. 79865912
UNIVERSIDAD LA GRAN COLOMBIA
PRESIDENTE DEL CONSEJO

REPÚBLICA DE COLOMBIA
COPNIA
Consejo Profesional Nacional de Ingeniería

Certificado de vigencia y antecedentes disciplinarios
CVAD-2022-1480174

CONSEJO PROFESIONAL NACIONAL DE INGENIERÍA
COPNIA

EL DIRECTOR GENERAL

CERTIFICA:

1. Que FABIAN TAFUR SANCHEZ, identificado(a) con CEDULA DE CIUDADANIA 79683578, se encuentra inscrito(a) en el Registro Profesional Nacional que lleva esta entidad, en la profesión de INGENIERIA CIVIL con MATRICULA PROFESIONAL 25202-68065 desde el 16 de Octubre de 1997, otorgado(a) mediante Resolución Nacional 1013.

2. Que el(la) MATRICULA PROFESIONAL es la autorización que expide el Estado para que el titular ejerza su profesión en todo el territorio de la República de Colombia, de conformidad con lo dispuesto en la Ley 842 de 2003.

3. Que el(la) referido(a) MATRICULA PROFESIONAL se encuentra **VIGENTE**

4. Que el profesional no tiene antecedentes disciplinarios ético-profesionales.

5. Que la presente certificación se expide en Bogotá, D.C., a los veintiocho (28) días del mes de Julio del año dos mil veintidos (2022).

Rubén Dario Ochoa Arbeláez

Firmal del titular (*)

(*)Con el fin de verificar que el titular autoriza su participación en procesos estatales de selección de contratistas. La falta de firma del titular no invalida el Certificado
El presente es un documento público expedido electrónicamente con firma digital que garantiza su plena validez jurídica y probatoria según lo establecido en la Ley 527 de 1999. Para verificar la firma digital, consulte las propiedades del documento original en formato .pdf.
Para verificar la integridad e inalterabilidad del presente documento consulte en el sitio web https://tramites.copnia.gov.co/Copnia_Microsite/CertificateOfGoodStanding/CertificateOfGoodStandingStart indicado el número del certificado que se encuentra en la esquina superior derecha de este documento.

DISEÑO FORESTAL

CALLE 28 A # 40 – 28 Barrio Villa Caribe
consorcionuevamonteria@gmail.com
Cel: 314 593 11 72 – 300 623 80 01

485

PLAN DE APROVECHAMIENTO FORESTAL ARBOLES AISLADOS LOCALIZADO EN ZONA URBANA DEL MUNICIPIO DE MONTERIA, DEPARTAMENTO DE CORDOBA

SOLICITUD:

PERMISO DE TALA DE ARBOLES PARA LA EJECUCION DEL PROYECTO: "PAVIMENTACION DE VIAS EN BARRIOS DE LA COMUNA 3 EN EL MUNICIPIO DE MONTERIA".

CORPORACIÓN AUTÓNOMA REGIONAL DE LOS VALLES DEL SINÚ Y SAN JORGE, CVS

ELABORADO POR:
JUAN ANDRÉS MARTÍNEZ PULIDO
Ingeniero Forestal

MONTERÍA – CÓRDOBA
OCTUBRE DEL 2024

486

TABLA DE CONTENIDO

1. INTRODUCCIÓN 4
2. JUSTIFICACION 5
3. RESUMEN EJECUTIVO 6
4. OBJETIVOS 7
5. UBICACIÓN ADMINISTRATIVA Y PERIODO DEL APROVECHAMIENTO 7
6. LOCALIZACIÓN GEOGRÁFICA 7
7. ESTADO LEGAL 9
8. IDENTIFICACIÓN DEL SOLICITANTE Y RESPONSABLE TÉCNICO 9
9. DESCRIPCIÓN DE LA UNIDAD DE APROVECHAMIENTO FORESTAL 10
9.1 SUPERFICIE Y LÍMITES 10
9.2 ANTECEDENTES DEL ÁREA DONDE SE REALIZA EL APROVECHAMIENTO. 11
10. GEOMORFOLOGÍA 11
11. FISIOGRAFÍA 12
12. GEOLOGÍA 14
13. DRENAJES Y CUERPOS HÍDRICOS. 15
14. CLIMA 15
15. SUELOS 15
16. SITUACIÓN SOCIOECONÓMICA. 16
17. DISPONIBILIDAD DE RECURSOS HUMANOS 16
18. ECONOMÍA LOCAL 16
19. FAUNA 16
20. PROGRAMA MANEJO Y SALVAMENTO DE FAUNA 17
21. PLAN DE AHUYENTAMIENTO 18
21.1 CAPTURA 18
21.2 MANEJO Y REUBICACIÓN DE LA FAUNA CAPTURADA Y RESCATADA 18
21.3 CARACTERIZACION DEL AREA PARA REUBICACIONES 19
22. CARACTERIZACIÓN ECOLÓGICA Y FLORÍSTICA 20
22.1 TIPOS DE BOSQUE 20
22.2 INVENTARIO FORESTAL 20
INDIVIDUOS ARBÓREOS RECOMENDADOS PARA TALA 28
IDENTIFICACIÓN DE ESPECIES VEDADAS O EN ESTADO DE VULNERABILIDAD O AMENAZA 34
23. LABORES DE APROVECHAMIENTO 34
24. IMPACTOS AMBIENTALES 35
24.1 EVALUACIÓN E INTERPRETACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES FÍSICO-BIÓTICO 37
25. CONSIDERACIONES SOCIALES 41
26. CONSIDERACIONES AMBIENTALES 41

487

27. PLAN DE CONTINGENCIA Y MONITOREO AMBIENTAL 42
28. CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES 43
29. DESTINO DE LOS PRODUCTOS OBTENIDOS 43
30. BIBLIOGRAFÍA 43

488

1. INTRODUCCIÓN

Según el decreto 1076 de 2015 del Ministerio del Medio Ambiente en su capítulo 1 define un Plan de Aprovechamiento forestal como la descripción de los sistemas, métodos y equipos a utilizar en la cosecha del bosque y extracción de los productos, presentando por el interesado en realizar aprovechamientos forestales y define tala como el apeo o el acto de cortar árboles.

De acuerdo lo establecido en el Decreto 1076 de 2015, Cuando se requiera talar, trasplantar o reubicar árboles localizados en centros urbanos o rurales, para la realización, remodelación o ampliación de obras públicas o privadas de infraestructura, construcciones, instalaciones y similares, se solicitará autorización ante la Corporación respectiva, ante las autoridades ambientales de los grandes centros urbanos o ante las autoridades municipales, según el caso, las cuales tramitarán la solicitud, previa visita realizada por un funcionario competente, quien verificará la necesidad de tala o reubicación aducida por el interesado, para lo cual emitirá concepto técnico.

Dado que el proyecto a intervenir "**PAVIMENTACION DE VIAS EN BARRIOS DE LA COMUNA 3 EN EL MUNICIPIO DE MONTERIA**" presenta vegetación arbórea con diámetros superiores a 10 cm, es necesario solicitar permiso de aprovechamiento forestal de árboles aislados ante la CORPORACIÓN AUTÓNOMA REGIONAL DE LOS VALLES DEL SINÚ Y DEL SAN JORGE, CVS, para lo cual se realizó un inventario forestal y así dar cumplimiento con lo dispuesto en el Decreto 1076 de 2015 "Por medio del cual se establece el régimen de aprovechamiento forestal", los requisitos que debe cumplir el solicitante respecto al área a intervenir y la documentación a presentar para acceder a un permiso o autorización de Aprovechamiento Forestal.

El presente estudio consiste en una caracterización de las especies de flora presente en el área de estudio, mediante un inventario forestal 100%, donde se identificaron además la posible existencia de especies de interés ecológico, sin manipular individuos y utilizar herramientas de captura ante la carencia de permisos de colecta científica. Para luego solicitar el permiso de Aprovechamiento Forestal para dicha área evaluando sus impactos ambientales y proponer labores de compensación que ayuden a mitigar dichos impactos.

De igual manera con la creciente expansión urbana es necesario generar áreas de recreación y bienestar para las comunidades del Municipio de Montería. La Alcaldía Municipal ha formulado y gestionar el proyecto denominado: **PAVIMENTACION DE VIAS EN BARRIOS DE LA COMUNA 3 EN EL MUNICIPIO DE MONTERIA**. El cual está en concordancia con los lineamientos y directrices del ordenamiento territorial y contribuirá a mejorar la calidad de vida de los habitantes del municipio de Montería y sus alrededores.

489

2. JUSTIFICACION

Con la creciente expansión urbana es necesario generar áreas para las comunidades del Municipio de Montería, ha realizado todas las acciones necesarias para materializar el proyecto **"PAVIMENTACION DE VIAS EN BARRIOS DE LA COMUNA 3 EN EL MUNICIPIO DE MONTERIA",** resaltando que a la fecha están dadas todas las condiciones para la puesta en marcha del proyecto, reiterando el firme compromiso de la administración municipal para sacar adelante la ejecución del mismo y poder entregar a la comunidad Monteriana una infraestructura que sirva como como un espacio movilidad mejorando la calidad de vida de las comunidades aledañas al proyecto. El proyecto está en concordancia con los lineamientos y directrices del ordenamiento territorial y contribuirá a mejorar la calidad de vida de los habitantes del municipio de Montería y sus alrededores.

De acuerdo lo anterior y con el Decreto 1076 de 2015 (Ministerio del Medio Ambiente) Por medio del cual se expide el Decreto Único Reglamentario del Sector Ambiente y Desarrollo Sostenible", y sus disposiciones dadas para los Aprovechamientos Forestales de árboles aislados en el manual de procedimientos y los términos de referencia elaborados por la Corporación y las actividades de construcción a ejecutar se considera este tipo de aprovechamiento de carácter único y se realiza por una sola vez, se solicita tramite de obtención de permiso para realizar aprovechamiento forestal mediante el presente Plan de Aprovechamiento forestal.

490

3. RESUMEN EJECUTIVO

El plan de aprovechamiento forestal se presenta con el fin de obtener el permiso de aprovechamiento forestal por parte de la Corporación Autónoma Regional de los Valles del Sinú y del San Jorge (CVS) requerido para la ejecución del proyecto denominado: **"PAVIMENTACION DE VIAS EN BARRIOS DE LA COMUNA 3 EN EL MUNICIPIO DE MONTERIA".**

El proyecto contempla la intervención o construcción de vías en los barrios Buenavista, Simón Bolívar, Brisas del Sinú, Santa Fe, Santander, Pastrana Borrero y La Granja, para el área de intervención se realizó inventario forestal al 100% con el fin de verificar y cuantificar los árboles presentes, las actividades a ejecutar para cada individuos arbóreos se basaron en los siguientes criterios: estado fitosanitario, riesgo y afectación con los diseños arquitectónicos; de acuerdo al inventario forestal se encontró que las especies más abundantes son Mango (*Mangifera indica*), Nim (*Azadirachta indica*), Almendro (*Terminalia catappa*) e Higo (*Ficus sp*).

Se pretende obtener el permiso para el aprovechamiento de **CIENTO DOCE (112)** árboles equivalentes a 39,97 m^3 de madera.

491

4. OBJETIVOS

Elaborar un plan de aprovechamiento forestal para el proyecto denominado: **"PAVIMENTACION DE VIAS EN BARRIOS DE LA COMUNA 3 EN EL MUNICIPIO DE MONTERIA"**; localizado en los barrios Buenavista, Simón Bolívar, Brisas del Sinú, Santa Fe, Santander, Pastrana Borrero y La Granja.

Objetivos específicos

- Elaboración e interpretación del inventario forestal.
- Descripción del destino de los productos forestales.
- Tramitar y consecución de permiso de aprovechamiento Forestal de árboles aislados ante la Corporación Autónoma de los Valles del Sinú y del San Jorge.

5. UBICACIÓN ADMINISTRATIVA Y PERIODO DEL APROVECHAMIENTO.

El proyecto se localiza en el Departamento de Córdoba, en la ciudad de Montería. El área en estudio se localiza en los barrios Buenavista, Simón Bolívar, Brisas del Sinú, Santa Fe, Santander, Pastrana Borrero y La Granja, cabe resaltar que se localiza en espacio público, de igual manera se tiene programado ejecutarlo en un periodo de 8 meses.

Tabla 1. Direcciones de las áreas de intervención

COMUNA	BARRIO	LONGITUD (Km)	DIRECCION
3	BUENAVISTA	0,670	CRA 4 ENTRE LAS CALLES 17 Y 13
			CALLE 16 ENTRE LAS CRAS 7 Y 3A
			CALLE 11 ENTRE LAS CRAS 3 Y 4
			CRA 4 ENTRE LAS CALLES 11 Y 12
	SIMON BOLIVAR, BRISAS DEL SINU Y SANTA FE	0,632	CRA 1D ENTRE LAS CALLES 1 Y 2
			CRA 1E ENTRE LAS CALLES 1 Y 2
			CALLE 2 ENTRE LAS CRAS 1aA Y 1E
			CRA 1B ENTRE LAS CALLES 2 Y 3
			CALLE 3 ENTRE LAS CRAS 1B Y 1E
3	SANTANDER Y PASTRANA BORRERO	0,751	TRANSVERSAL 1a SUR ENTRE LAS DIAGONALES 14SUR Y 0 SUR
	LA GRANJA	0,853	DIAGONAL 21 ENTRE TRANSVERSAL 5 Y 1A
			TRANSVERSAL 1a ENTRE DIAGONAL 22 Y 19
			DIAGONAL 22 ENTRE CARRERA 3 Y TRANSVERSAL 2

6. LOCALIZACIÓN GEOGRÁFICA

El proyecto se encuentra localizado en el Municipio de Montería, en el Departamento de Córdoba, Colombia. Al norte limita con el municipio de Cereté, Puerto Escondido y San Pelayo; al este con San Carlos y Planeta Rica; al sur con Tierralta y Valencia; al oeste con el departamento de Antioquia y los municipios de Canalete, Puerto Escondido y Los Córdobas.

El proyecto **"PAVIMENTACION DE VIAS EN BARRIOS DE LA COMUNA 3 EN EL MUNICIPIO DE MONTERIA",** se localiza en la zona urbana de municipio de Montería, el proyecto se localiza en la zona urbana de municipio de Montería, en la siguientes direcciones y coordenadas:

Tabla 2. Localización de las vías con coordenadas de los polígonos de intervención

BARRIO	LONGITUD (Km)	DIRECCION	COORDENADAS	
			X	Y
BUENAVISTA	0,670	CRA 4 ENTRE LAS CALLES 17 Y 13	8°44'46.79"N	75°53'29.32"O
			8°44'55.87"N	75°53'23.44"O
		CALLE 16 ENTRE LAS CRAS 7 Y 3A	8°44'51.28"N	75°53'21.53"O
			8°44'54.44"N	75°53'25.31"O
		CALLE 11 ENTRE LAS CRAS 3 Y 4	8°44'45.46"N	75°53'34.94"O
			8°44'42.75"N	75°53'33.00"O
		CRA 4 ENTRE LAS CALLES 11 Y 12	8°44'44.84"N	75°53'31.15"O
			8°44'43.05"N	75°53'33.01"O
SIMON BOLIVAR, BRISAS DEL SINU Y SANTA FE	0,632	CRA 1D ENTRE LAS CALLES 1 Y 2	8°44'47.30"N	75°54'8.13"O
			8°44'45.84"N	75°54'11.32"O
		CRA 1E ENTRE LAS CALLES 1 Y 2	8°44'45.92"N	75°54'7.43"O
			8°44'44.42"N	75°54'10.69"O
		CALLE 2 ENTRE LAS CRAS 1aA Y 1E	8°44'50.22"N	75°54'9.24"O
			8°44'46.25"N	75°54'7.33"O
		CRA 1B ENTRE LAS CALLES 2 Y 3	8°44'49.03"N	75°54'8.62"O
			8°44'51.33"N	75°54'3.80"O
		CALLE 3 ENTRE LAS CRAS 1B Y 1E	8°44'47.89"N	75°54'2.45"O
			8°44'51.33"N	75°54'3.80"O
SANTANDER Y PASTRANA BORRERO	0,751	TRANSVERSAL 1a SUR ENTRE LAS DIAGONALES 14SUR Y 0 SUR	8°43'51.27"N	75°53'55.45"O
			8°44'14.87"N	75°54'1.96"O
LA GRANJA	0,853	DIAGONAL 21 ENTRE TRANSVERSAL 5 Y 1A	8°44'30.63"N	75°53'56.13"O
			8°44'30.66"N	75°53'35.18"O
		TRANSVERSAL 1a ENTRE DIAGONAL 22 Y 19	8°44'32.14"N	75°53'56.30"O
			8°44'27.93"N	75°53'56.27"O
		DIAGONAL 22 ENTRE CARRERA 3 Y TRANSVERSAL 2	8°44'32.44"N	75°53'57.09"O
			8°44'32.18"N	75°53'54.42"O

Sistema de coordenadas WGS 84

A continuación, se observa una general de la localización del proyecto:



Figura 1. Localización General

7. ESTADO LEGAL

El aprovechamiento forestal se llevará a cabo dentro área de diseño del proyecto, en ambos costados de la vía existente; puesto que los árboles se encuentran dentro de la zona donde se proyectan los andenes (1,20 m de ancho desde el borde de la vía) a lo largo de una longitud aproximada de 2906 m, cabe mencionar que las vías presenta un anchos variables 6 - 7,4 metros, los árboles se localizan en ambos costados lo cual interrumpen la correcta movilidad de peatones y personas con baja movilidad o discapacidad. Como soporte de este numeral se encuentra el acta de socialización y concertación con la comunidad, a la cual se le explico la necesidad del aprovechamiento de los árboles que estaban dentro del trazado de la vía. Actualmente el área de influencia del proyecto es espacio público.

8. IDENTIFICACIÓN DEL SOLICITANTE Y RESPONSABLE TÉCNICO

Tabla 3. Identificación del solicitante

Nombre de la Persona Jurídica	Alcaldía de Montería
Representante legal	HUGO FERNANDO KERGUELEN GARCIA
NIT	800.096.734-1
Dirección	Calle 27 # 3-16, Edificio Antonio de la Torre y Miranda, Montería
Número de Teléfono	(034)7915249
E-Mail	s.infraestructura@monteria.gov.co
Lugar de residencia	Montería

Tabla 4. Identificación del Responsable Técnico

Nombre de la Persona Natural	JUAN ANDRÉS MARTÍNEZ PULIDO
Cedula	1.014.223.657 de Bogotá
Tarjeta profesional	25266-347015 CND
Dirección	Carrera 12 # 53 – 42 Apto 704 Torre 3
Número de Teléfono	3203945120
E-Mail	infra.jamartinez@gmail.com
Lugar de residencia	Montería

Fuente: Elaboración propia

9. DESCRIPCIÓN DE LA UNIDAD DE APROVECHAMIENTO FORESTAL

9.1 SUPERFICIE Y LÍMITES

El proyecto se encuentra localizado en el Municipio de Montería, en el Departamento de Córdoba, Colombia. Al norte limita con el municipio de Cereté, Puerto Escondido y San Pelayo; al este con San Carlos y Planeta Rica; al sur con Tierralta y Valencia; al oeste con el departamento de Antioquia y los municipios de Canalete, Puerto Escondido y Los Córdobas.

El proyecto **"PAVIMENTACION DE VIAS EN BARRIOS DE LA COMUNA 3 EN EL MUNICIPIO DE MONTERIA"**, se localiza en la zona urbana de municipio de Montería, el proyecto se localiza en la zona urbana de municipio de Montería, en la siguientes direcciones y coordenadas:

Tabla 5. Localización de las vías con coordenadas de los polígonos de intervención

BARRIO	LONGITUD (Km)	DIRECCION	COORDENADAS	
			X	Y
BUENAVISTA	0,670	CRA 4 ENTRE LAS CALLES 17 Y 13	8°44'46.79"N	75°53'29.32"O
			8°44'55.87"N	75°53'23.44"O
		CALLE 16 ENTRE LAS CRAS 7 Y 3A	8°44'51.28"N	75°53'21.53"O
			8°44'54.44"N	75°53'25.31"O
		CALLE 11 ENTRE LAS CRAS 3 Y 4	8°44'45.46"N	75°53'34.94"O
			8°44'42.75"N	75°53'33.00"O
		CRA 4 ENTRE LAS CALLES 11 Y 12	8°44'44.84"N	75°53'31.15"O
			8°44'43.05"N	75°53'33.01"O
SIMON BOLIVAR, BRISAS DEL SINU Y SANTA FE	0,632	CRA 1D ENTRE LAS CALLES 1 Y 2	8°44'47.30"N	75°54'8.13"O
			8°44'45.84"N	75°54'11.32"O
		CRA 1E ENTRE LAS CALLES 1 Y 2	8°44'45.92"N	75°54'7.43"O
			8°44'44.42"N	75°54'10.69"O
		CALLE 2 ENTRE LAS CRAS 1aA Y 1E	8°44'50.22"N	75°54'9.24"O
			8°44'46.25"N	75°54'7.33"O
		CRA 1B ENTRE LAS CALLES 2 Y 3	8°44'49.03"N	75°54'8.62"O
			8°44'51.33"N	75°54'3.80"O
		CALLE 3 ENTRE LAS CRAS 1B Y 1E	8°44'47.89"N	75°54'2.45"O
			8°44'51.33"N	75°54'3.80"O
	0,751		8°43'51.27"N	75°53'55.45"O

BARRIO	LONGITUD (Km)	DIRECCION	COORDENADAS	
			X	Y
SANTANDER Y PASTRANA BORRERO		TRANSVERSAL 1a SUR ENTRE LAS DIAGONALES 14SUR Y 0 SUR	8°44'14.87"N	75°54'1.96"O
LA GRANJA	0,853	DIAGONAL 21 ENTRE TRANSVERSAL 5 Y 1A	8°44'30.63"N	75°53'56.13"O
			8°44'30.66"N	75°53'35.18"O
		TRANSVERSAL 1a ENTRE DIAGONAL 22 Y 19	8°44'32.14"N	75°53'56.30"O
			8°44'27.93"N	75°53'56.27"O
		DIAGONAL 22 ENTRE CARRERA 3 Y TRANSVERSAL 2	8°44'32.44"N	75°53'57.09"O
			8°44'32.18"N	75°53'54.42"O

Sistema de coordenadas WGS 84

9.2 ANTECEDENTES DEL ÁREA DONDE SE REALIZA EL APROVECHAMIENTO.

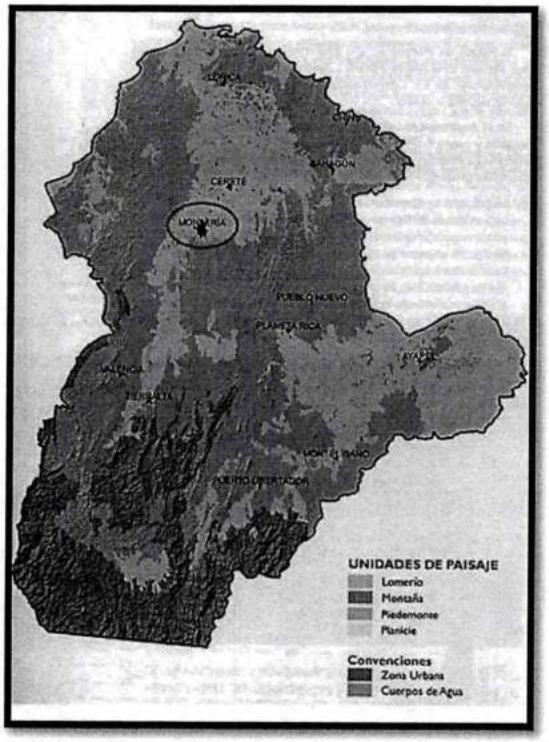
Desde sus inicios, por su ubicación geoestratégica, por la fertilidad de su suelo y sus abundantes riquezas naturales Montería y sus corregimientos se convirtió en un punto de interés que atraía como un imán a personas de muchos lugares, de las sábanas de Córdoba, de Antioquia, a Sirios Libaneses, entre otros. Con el aumento de la producción agrícola y el incremento acelerado de la población aumentó también el comercio por el Río Sinú, convirtiendo a Montería en una fortaleza de colonos labriegos, comerciantes y latifundistas, atraídos por la pesca comercial y la explotación de riqueza natural, aumentándose el crecimiento, perfeccionando su infraestructura y abriendo fincas y grandes haciendas, convirtiendo el municipio en punto de referencia. En los últimos años el crecimiento en Montería parece imparable. Las construcciones cada vez adquieren nuevos sentidos y significados. En ese constante cambio, la Montería de antes, carente de infraestructura, ha pasado a ser el escenario perfecto para que los inversionistas le apuesten a un polo de desarrollo latente.

Debido a lo anteriormente descrito el municipio de Montería ha tenido un crecimiento acelerado de su cabecera municipal, lo que cada vez más se ve reducida o amenazada su zona rural y bosques aledaños. Actualmente no se está llevando a cabo ningún tipo de aprovechamiento forestal en la zona de estudio; el área donde se pretende hacer el aprovechamiento con el tiempo fueron objeto de cambio en el uso del suelo, transformando las coberturas naturales en pastos para ganadería y cultivos agrícolas, evolucionando actualmente hacia el uso urbano, actualmente el área presenta arboles aislados localizados en ambos costados alrededor de la vía.

10. GEOMORFOLOGÍA

El río Sinú se caracteriza por formar valles aluviales amplios, entre los cuales está el depósito aluvial del municipio de Montería el cual aflora desde el corregimiento de Santa Isabel, hasta la población de El Vidrial al norte de Montería, donde se forman las zonas planas de gran extensión que incluye las ciudades de Montería y Cereté.

Ilustración 1. Unidades de paisaje del departamento de Córdoba



Fuente: Estudio general de suelos y zonificación de tierras del Departamento de Córdoba, IGAC

Los sitios de construcción del proyecto corresponden a un paisaje tipo planicie, con un relieve de plano de inundación y terrazas, con una litología de sedimentos medios y finos. El paisaje de planicie es una geoforma caracterizada por ser una zona amplia y plana a ligeramente plana, cuyas pendientes son menores a 3.00%. Corresponde a los diferentes aportes de origen aluvial, marino o eólico.

Por otra parte, se define como paisaje de piedemonte a planicies inclinadas, que se extienden al pie de sistemas montañosos, serranías, y lomeríos, que han sido formadas por la sedimentación de materiales transportados por las corrientes de agua que emergen de los terrenos más elevados hacia las zonas más bajas y abiertas.

11. FISIOGRAFÍA

La zona tiene zonas que geomorfológicamente corresponden a relieve colinado con posible presencia de afloramientos de roca, la dirección general de los cuerpos litológicos es de N 20°-30° E.

Superficie de aplanamiento.

Se identifica como colinas de altura baja a ondulaciones, alturas que en la mayoría de los casos no superan los 50 m.s.n.m. La mayor disección de esta unidad se presenta en su periferia, en cercanías al depósito aluvial del río Sinú o en los límites con el relieve estructural denudativo y en su parte superior la disección es escasa a nula. CIAF (1985) sugiere el nombre de Superficie de Aplanamiento de Santa Lucía a este sector de la cuenca del Sinú, y considera que obedece a influencia de un cuerpo de agua posiblemente lacustre o de influencias marinas que pudo tener dos posibles orígenes, de erosión o de sedimentación. El origen de sedimentación pudo relacionarse con la acumulación de depósitos finos como arcillas, los cuales son acordes a algunos sectores cercanos a quebradas y el origen erosivo se fundamenta en la presencia de estratos sedimentarios en las partes altas de la superficie de erosión. (POT, Montería, 2009).

Zona de Depósitos Cuaternarios

Corresponden a lo conocido como llanura Aluvial, hace contacto con la superficie de aplanamiento y con el sistema colinado estructural denudativo. El sub-paisaje más importante es la planicie de inundación del río Sinú, el cual es un complejo sistema de llanuras de edades diversas, que varían desde actuales hasta recientes (CIAF, 1985). Para el análisis geomorfológico de la amenaza por inundación fue modificado el mapa de inundaciones elaborado por el CIAF en 1985 y fueron establecidos los elementos del paisaje como diques, basines paleocauces, terrazas, diques de cauces activos y otros. Se identificaron otros sub-paisajes de menor extensión, relacionados con planicies de inundación de corrientes menores de carácter permanente en las cuales se ha podido generar un proceso de sedimentación apreciable a la escala de trabajo; se identificaron estas llanuras en la serranía Abibe - Las Palomas, de las cuales la más importante es el depósito aluvial del río Canalete al suroccidente del municipio de Montería (POT, Montería, 2009).

Unidad hidrogeológica.

Acuífero El Cerrito (Nlec): Este acuífero consta de una alternancia de lodolitas y areniscas calcáreas de grano fino y lentes discontinuos de conglomerados e intercalaciones de limonitas y areniscas arcillosas y arenisca de grano fino hacia la parte media y superior. Los niveles arenosos del Acuífero El Cerrito, especialmente en su parte superior, pueden desarrollar una alta porosidad secundaria por fracturamiento para almacenar y transmitir agua subterránea, comportándose como área de recarga, con alta capacidad de infiltración.

Se define como un acuífero semiconfinado a confinado de baja productividad, con capacidades específicas entre 0,03 y 0,2 l/s/m., valores de transmisividad entre 2,0 y 20 m2/día y coeficientes de almacenamiento entre 0,8 E-03 y 1 E-03.

Las posibilidades de explotación se presentan a través de pozos con profundidades entre 100 y 300 metros. La descarga artificial a través de pozos y aljibes es del orden de 2.500 m3 por día. El agua del acuífero es de tipo bicarbonatada-sódica-cálcica, conductividad eléctrica hasta de 600 µS/cm y moderadamente blandas.

Morfogénesis

Relieve colinado estructural-denudativo (S). Se dispone sobre rocas sedimentarias terciarias de la parte norte de la serranía Abibe –Las Palomas. Son unidades con relieve positivo y pendientes variables, asociadas a las Formaciones geológicas San Cayetano Superior, San Cayetano Inferior, La Tampa, Corpa, Marralú y Floresanto. Los paisajes asociados son espinazos, pliegues y colinas.

Espinazo (S1) y Pliegues (S3). Los espinazos son claramente identificables como caballetes y colinas altas y empinadas, con una alineación muy definida; en campo se corrobora la forma piramidal y sección triangular, propios del control estructural que define su morfogénesis. El patrón de drenaje varía de trellis a subdendrítico y se encuentra fuertemente controlado por la estructura geológica. La litología subyacente se correlaciona con las facies arenosas de la formación Floresanto, asociados a arcillolitas y areniscas moderadamente consolidadas, donde las alturas no superan los 250 m.s.n.m. La mayor denudación observable en los sensores remotos se asocia a la erosión en las partes altas de las colinas y en sectores adyacentes a las vías; esta unidad se identificó hacia el noroccidente del corredor.

Colinas (S2). El paisaje de colinas ocupa las porciones noroccidentales y centro occidental del área de estudio. Las colinas muestran variedad de formas como consecuencia de las diferencias litológicas y estructurales. Este paisaje es común en la región, es decir, se han formado sobre secuencias sedimentarias de diversas litologías como las asociadas a las Formaciones San Cayetano Superior e Inferior, Floresanto, Tampa y Marralú. El perfil de meteorización de este paisaje se asocia a un suelo delgado, que no supera los 30 cm de espesor, subyacido por un saprolito de color pardo claro a crema y con tintes anaranjados cuando se dispone sobre litologías arenosas; la roca fresca no es apreciable en los taludes del corredor vial

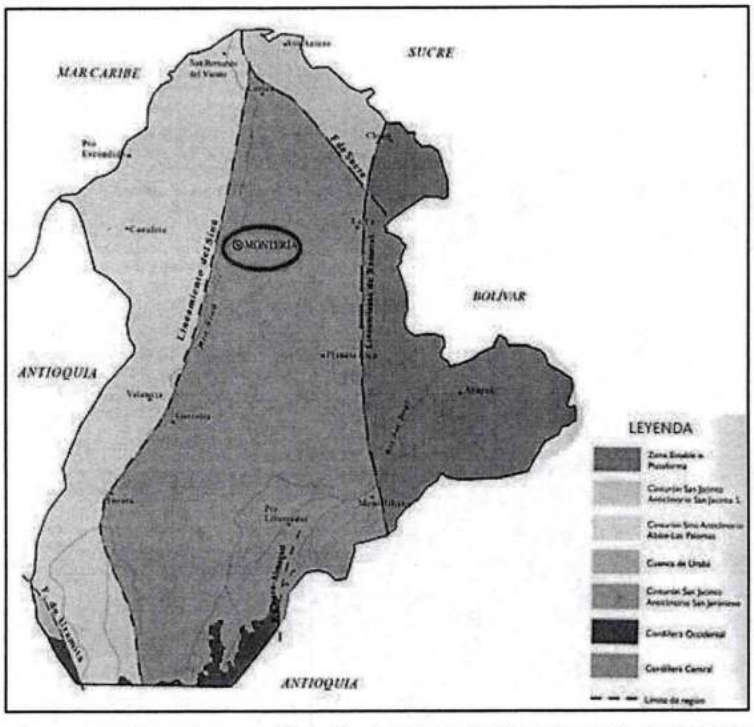
Superficie de Aplanamiento (E). Se identifica como colinas de altura baja a ondulaciones, alturas que en la mayoría de los casos no superan los 50 m.s.n.m. La mayor disección de esta unidad se presenta en su periferia, en cercanías al depósito aluvial del río Sinú o en los límites con el relieve estructural denudativo y en su parte superior la disección es escasa a nula. CIAF (1985) sugiere el nombre de Superficie de Aplanamiento de Santa Lucía a este sector de la cuenca del Sinú, y considera que obedece a la influencia de un cuerpo de agua posiblemente lacustre o de influencias marinas que pudo tener dos posibles orígenes, de erosión o de sedimentación. El origen de sedimentación pudo relacionarse con la acumulación de depósitos finos como arcillas, los cuales son acordes a algunos sectores cercanos a quebradas y el origen erosivo se fundamenta en la presencia de estratos sedimentarios en las partes altas de la superficie de erosión.

Llanura aluvial (F). Se ubica el sector oriental del corredor con la superficie de aplanamiento y con el sistema colinado estructural denudativo. El subpaisaje más importante es la planicie de inundación del río Sinú, el cual es un complejo sistema de llanuras de edades diversas, que varían desde actuales hasta recientes (CIAF, 1985 y POT de los Municipios de Planeta Rica y Montería). Se identifican otros sub paisajes de menor extensión, relacionados con planicies de inundación de corrientes menores de carácter permanente en las cuales se ha podido generar un proceso de sedimentación apreciable a la escala de trabajo.

12. GEOLOGÍA

El municipio de Montería hace parte de la unidad estratigráfica del Cinturón de San Jacinto y las unidades litoestratigráficas del anticlinorio de San Jerónimo conformado por rocas ígneas y rocas sedimentarias.

Ilustración 2. Mapa de regiones geotectónicas del departamento de Córdoba



Fuente: Estudio general de suelos y zonificación de tierras del Departamento de Córdoba, IGAC.

La zona urbana del municipio de Montería en su totalidad hace parte de la formación geológica Q-al, correspondiente a depósitos aluviales y llanuras aluviales.

Los depósitos aluviales son suelos anisotrópicos en su distribución, con propiedades geotécnicas altamente variables, estrechamente relacionadas con la granulometría. Su continuidad es irregular, pudiendo tener altos contenidos en materia orgánica en

determinados medios. La permeabilidad depende de la granulometría. Generalmente presentan un nivel freático alto.

13. DRENAJES Y CUERPOS HÍDRICOS.

Los sistemas loticos identificados en la zona discurren en sentido oriente occidente; se identificaron sistemas lentico representados en lagos ubicados en gran parte de las fincas y utilizados para el abastecimiento de agua de las propiedades.

El patrón de drenaje que se ha formado a través del tiempo en las corrientes hídricas identificadas en la zona de tipo subdendrítico.

Con relación a los cuerpos de agua Loticos, se encuentran los siguientes:

- Caño Purgatorio o caño Viejo, en este es donde desembocan las aguas residuales de los colectores de alcantarillado sanitario del sur de Montería. En el Caño Purgatorio o caño Viejo la comunidad históricamente ha arrojado basuras, llantas, colchones, animales muertos, sedimentos, y demás residuos que han provocado inundaciones aguas abajo.

De igual manera se presenta cercanía al rio Sinú que se caracteriza por nacer en el Nudo del Paramillo, en el departamento de Antioquia, y desemboca en Boca de Tinajones, en la bahía de Cispatá, en el mar Caribe. Con una extensión de 415 km, es el tercer río más importante de Colombia en la vertiente del Caribe, después de los ríos Magdalena y Cauca. En sus 13.700Km2 de cuenca, el Sinú irriga 16 municipios cordobeses los cuales derivan su economía - en gran parte - de las bondades de este río. No en vano el valle del Sinú está entre los más fértiles del mundo, al lado del Nilo, Tigris y Éufrates.

14. CLIMA

El municipio de Montería dada su fisiografía y su posición en la llanura del caribe colombiano, se localiza con respecto a los vientos provenientes del mar en una posición de sotavento ocasionando climas predominantemente secos la mayor parte del año, con una alta humedad relativa por la presencia del río Sinú y sus sistemas de ciénagas y humedales, presenta lluvias con vientos (vendavales) en épocas húmedas y unos micro relieves en las serranías de las Palomas y de San Carlos que se comportan como barloventos aumentando la nubosidad y la generación de lluvias.

La descripción climática de la zona de aprovechamiento Forestal se realizó en base a los datos climáticos aportados por la estación meteorológica Los Garzones, localizada en el aeropuerto Los Garzones del municipio de Montería.

Los meses de junio, septiembre y octubre corresponden a los de máximas precipitaciones, los meses de enero a marzo se tiene el período de mínima precipitación. La precipitación promedia anual es de 1200 mm para la zona plana, a la cual pertenece la zona de aprovechamiento forestal. La temperatura varía entre los 25.2 y los 34.8 °C, la velocidad del viento varia alrededor de los 6 km/h – 10 km/h y la humedad relativa tiene un promedio de 81%.

La evapotranspiración potencial (E.T.P.), presenta un área definida como de núcleo central regional del valle del Sinú que va desde Montería hasta el norte con un valor ubicado en el rango de 1700 - 1750 mm anuales decreciendo hacia las zonas extremas de la cuenca hasta los 1650 mm/año.

El brillo solar anual varía entre 1.400 y 1.800 horas de luz.

15. SUELOS

Son suelos de profundidad efectiva moderada, moderadamente drenados, limitados por horizontes poco permeables. El perfil modal se caracteriza por tener un horizonte A de color pardo grisáceo muy oscuro a pardo oscuro; textura franco arenosa y estructura en bloques subangulares finos a medianos, generalmente débiles y una abundante actividad

macroorgánica. El segundo horizonte u horizonte E tiene colores pardo amarillento oscuro a claro, textura franco arenosa a franco arenosa gravillosa, con estructura en bloques subangulares finos a medianos de grado débil; luego viene un horizonte Bt de gran espesor, color rojo con recubrimiento de color amarillo oliva; la textura generalmente arcillosa tiene una estructura en bloques angulares bien desarrollados; presentan cutanes ricos en óxido de hierro que se localizan en las caras verticales de los peds. Químicamente son pobres en fósforo y nitrógeno y el contenido de carbón orgánico es irregular.

Se verificó inicialmente que el suelo no es susceptible a fenómenos de licuación o colapso, su contenido orgánico no es apreciable y no presentaron índices plásticos mayores al 75%, con lo cual se descarta que sean tipo F.

Posteriormente se analizó la existencia de estratos arcillosos de más de 3.00 m de espesor cuyas resistencias al corte no drenado son inferiores a 50 KPa (50 KPa > $\overline{Su}$), estas tienen un contenido de agua menor o igual al 40% aunque los índices de plasticidad son mayores al 20%, el perfil de suelo cumple con los parámetros para ser clasificado como tipo E.

El perfil se debe clasificar usando uno de los siguientes criterios: Vs, N o Su, en este caso se realizará con el valor de resistencia al corte no drenado (Su), debido a que no se cuenta con un ensayo que indique el valor de la velocidad de onda (Vs), y con información suficiente de números de golpes (N).

Sondeo 1.

0.00 – 0.15 m: Capa vegetal.
0.15 – 1.50 m: Arcilla arenosa de mediana plasticidad color pardo y consistencia muy Firme.
1.50 – 3.50 m: Arcilla de mediana plasticidad color pardo y consistencia media.
3.50 – 4.50 m: Limo arenoso no plástico de color pardo.
4.50 – 8.50 m: Arcilla de alta plasticidad color pardo vetas grises y consistencia firme.
8.50 – 10.00 m: Limo arenoso de baja plasticidad de color pardo vetas grises.
10.00 – 13.50 m: Arena limosa de color pardo con un estado de densidad medio.
13.50 – 15.00 m: Arena mal gradada de color gris con en estado denso.
La humedad de los materiales varía entre 19 y 38%.
Se registró presencia del nivel freático a 2.00 m.

16. SITUACIÓN SOCIOECONÓMICA.

La ejecución del proyecto estaría beneficiando a toda la población de la del municipio de Montería, principalmente los barrios Buenavista, Simón Bolívar, Brisas del Sinú, Santa Fe, Santander, Pastrana Borrero y La Granja, barrios del área de influencia directa e indirecta del proyecto, dichas poblaciones pertenecen a el estrato 1 y 2 los cuales están dotados por infraestructura de servicios (acueducto, gas, luz, telecomunicaciones).

17. DISPONIBILIDAD DE RECURSOS HUMANOS

El recurso humano, técnico y económico para el desarrollo del Plan de Aprovechamiento será dispuesto por personal técnico que el contratista de obra disponga; y se tendrá en cuenta la mano de obra calificada presente en la comunidad beneficiada.

18. ECONOMÍA LOCAL

Las actividades económicas de la zona aprovechamiento principalmente es el comercio de tiendas no están ligados con ningún tipo de producto maderable y no maderable de los árboles aprovechar o de la zona de aprovechamiento.

En las zonas a intervenir se puede evidenciar como actividad económica la actividad comercial, se presentan locales comerciales o tiendas locales que suplen las necesidades de las comunidades aledañas.

19. FAUNA

Las poblaciones de fauna silvestre presentes en el Municipio se encuentran disminuidas por la degradación y destrucción de sus hábitats, que no les permite desarrollar sus espacios funcionales, generando desequilibrio ecológico en los diferentes ecosistemas naturales, adecuadamente, de acuerdo a sus condiciones ecológicas.

Debido a que la zona en donde se va a realizar el aprovechamiento forestal está dentro el casco urbano de Montería, donde se presentan movimientos continuos de personal y vehículos y se generan estresantes entrópicos como ruidos y luces, que han generado el ahuyentamiento de parte de las especies. Sin embargo, se evidenciaron algunas especies como:

Tabla 6. Listado de fauna observada en campo

N°	NOMBRE COMÚN	NOMBRE CIENTÍFICO
1	Torcaza	*Zenaida auriculata*
2	Colibrí común	*Colibri coruscans*
3	Toche	*Icterus chrysater*
4	Perico	*Brotogeris jungularis*
5	Golero	*Coragyps atratus*
6	Golondrina común	*Hirundo rustica*
7	Iguana	*Iguana iguana*
8	Rana	*Agalychnis spurrelli*
9	Sapo común	*Bufo marinus*
10	Lobo	*Cnemidophorus enemidophours*
11	Chupa huevo	*Campylorhynchus griseus*
12	Azulejo	*Thraupis episcopus*
13	Sirí común	*Tyranus melancholicus*
14	Lobito de lineas	Cnemidophorus lemniscatus

ESPECIES AMENAZADAS

No se registraron especies de anfibios, reptiles, aves que se encuentren bajo categoría de amenaza de acuerdo a la resolución 1912 de 2017.

IDENTIFICACIÓN DE NIDOS, MADRIGUERAS

Se hizo identificación de distintos nidos de aves nidos y madrigueras en búsqueda de la presencia de fauna silvestre debido a que estos lugares representan para los animales un hábitat adecuado para su desarrollo. Sin embargo, en el área no se registraron este tipo de hábitats.

20. PROGRAMA MANEJO Y SALVAMENTO DE FAUNA

Previo a las etapas de aprovechamiento forestal, se adelantará un programa de capacitaciones al personal con el fin de optimizar las actividades de identificación, caracterización, salvamento y reubicación de fauna. De igual forma se brinda las respectivas capacitaciones de capacitación en normas de seguridad industrial, disposición de residuos, manejo de herramientas forestales, medidas de manejo orientadas a minimizar los impactos que se puedan generar durante y después de las labores de aprovechamiento forestal.

Con el fin de prevenir situaciones de peligro para la seguridad del personal que realizará el proceso de traslado de fauna y debido a la reacción de los animales (mordedura de serpientes) o cortes con las ramas, se dispondrá de medicamentos tales como sueros antiofídicos y botiquín de emergencias. Así mismo en la fase de captura, se utilizarán

elementos como garfios y jaulas, que evitarán el riesgo para los participantes y las especies animales hasta su reubicación final.

21. PLAN DE AHUYENTAMIENTO

El plan de ahuyentamiento se realizará en el área directa de intervención, mediante la producción de ruido que técnica aleja aves, mamíferos y algunos reptiles. A su vez, se realizará remoción controlada de biomasa existente, apoyados en la identificación de los posibles refugios de la fauna (árboles huecos, palmas, árboles frondosos con presencia de matorrales, y la vegetación que hace parte de la alimentación). Lo que se busca con esta estrategia es remover la vegetación que crea un ambiente propicio para albergar fauna, así como destruir madrigueras y comederos, con el fin de provocar su desplazamiento de la zona, de esta forma la fauna sale de sus refugios y se dirige a los lugares previamente seleccionados, utilizando corredores artificiales hechos con pantallas de telas o anjeo para direccionar su huida.

21.1 CAPTURA

Mamíferos

La captura de mamíferos se hará usando trampas tipo Toma-Hawk y tipo Sherman de cierre por acción mecánica, las cuales varían en su objetivo según el cebo plantado; de este tipo de trampas para mamíferos se contempla el uso y distribución en el área de trampas pequeñas, medianas y grandes, que pueden ser usadas de forma alterna para herbívoros y carnívoros. Se definirá el sitio de localización de la trampa, posteriormente se procederá cebar a las especies mamíferas con frutas y/o verduras en los lugares de tránsito y en los defecaderos; posteriormente se ubicarán las trampas en los mismos lugares donde se pusieron los cebos, pero con las trampas abiertas, cebadas e inactivas, de este modo se acostumbrarán a la presencia de las trampas y deberían terminar consumiendo los cebos dentro de éstas. Una vez confirmado el ingreso de la especie a las trampas para consumir el cebo, se activará la trampa automáticamente. Como implementos de restricción se deberán utilizar nasas de diferentes tamaños y redes de nylon grueso.

Si se llegasen a encontrar mamíferos adultos o madrigueras habitadas, bajo la asesoría del experto, el personal reubicará a los individuos o a los cachorros por fuera del área a intervenir o si esto no es posible, serán entregados a la Corporación Autónoma Regional de los Valles del Sinú y San Jorge - CVS para su traslado al centro de atención y valoración de fauna silvestre (CAV).

Herpetofauna

Para reptiles y anfibios se hará uso de trampas de caída principalmente, las cuales contarán con diferentes tamaños que se puedan ajustar al hábitat y la heterogeneidad espacial del mismo.
En todos los casos las metodologías implementadas seguirán los parámetros establecidos para la caracterización de biodiversidad de grupos biológicos como los que se rescatarán, tal es el caso de las planteadas por el Instituto Humboldt y Conservación Internacional Colombia.
Quedará terminantemente prohibido la caza, la pesca o captura de especies con fines comerciales o de manutención.

Avifauna y Mamíferos Voladores

En el caso de ser necesario para estos grupos de animales voladores se utilizarán redes de niebla de 10 x 3 mts en horarios diurnos para las aves y nocturnos para los murciélagos. El número de redes dependerá de la abundancia de animales en el área.

21.2 MANEJO Y REUBICACIÓN DE LA FAUNA CAPTURADA Y RESCATADA

Para la liberación se harán en zonas verdes del Municipio de Montería específicamente en áreas aledañas a la vía de intervención, los ejemplares serán transportados en sus trampas, garantizando la seguridad física y salud de los animales, posterior al diagnóstico veterinario, serán llevados en vehículos con sus respectivos registros de captura al sitio de liberación y registro de atención medica en caso de dirigirse al (CAV).

Las especies silvestres que serán reubicadas son todos aquellos animales que se encuentren dentro del área del proyecto, los cuales deberán presentar condiciones de sanidad excelentes, en donde su comportamiento es natural y acorde con los de su especie.

La elección donde serán reubicadas las especies se evaluará con criterios biológicos tales como: Distribución geográfica, demanda de alimentación, hábitat preferido, área de dominio vital y recorrido diario.

21.3 CARACTERIZACION DEL AREA PARA REUBICACIONES

Para la reubicación de las especies capturadas se identificó un posible sitio receptor, localizado en áreas aledañas al proyecto, se presenta una cobertura de vegetación de pastos arbolados, específicamente en predios aledaños a la vía.

Es importante tener en cuenta que la fauna silvestre a reubicar, se ha desarrollado en un hábitat con una fuerte intervención antrópica, por lo que el hábitat adecuado para su traslado debe tener condiciones que le permitan un óptimo desarrollo de su ciclo de vida.

FICHAS DE SALVAMENTO DE FAUNA SILVESTRE

FICHA 1	**MANEJO DE FAUNA DURANTE LAS LABORES DEL APROVECHAMIENTO FORESTAL, DESMONTE Y LIMPIEZA**
Objetivo	Establecer los requerimientos y procedimientos para el salvamento de fauna, mediante captura, ahuyentamiento, reubicación, etc, de manera previa y durante las labores de desmonte y limpieza del terreno donde se desarrollara e proyecto de riego.
Objetivos específicos	– Prevenir daños a la fauna silvestre. – Prevenir accidentes asociados a la presencia de fauna en las áreas a intervenir, en particular accidentes ofídicos.
Metas	– Realizar ahuyentamiento o reubicación del 100% de la fauna encontrada, previo a las labores del aprovechamiento forestal.
Impactos a controlar	– Perdida de cobertura vegetal – Perturbación de la fauna por vibraciones
Fase	Construcción | x | Operación | X | Desmantelamiento | X
Acciones a desarrollar	Para iniciar las actividades, el personal de cada frente de obra, deberá haber recibido el Taller de Capacitación Ambiental, Seguridad Industrial y Salud Ocupacional y durante toda la labor, participar en las charlas de 5 minutos antes de empezar sus actividades diarias. Dentro de los temas a tratar en el taller, están los relacionados a incentivar al personal de trabajadores en la toma de conciencia sobre preservación del medio ambiente, y para el caso de los trabajadores que participarán en el desmonte y limpieza del terreno, recalcarles la importancia de rescatar la flora susceptible de trasplantar o conservar, identificada durante las labores del inventario forestal y de ahuyentar o reubicar la fauna que se encuentren durante el desarrollo de su actividad. Este personal deberá ser capacitado en las técnicas para ahuyentar o reubicar la fauna silvestre que se llegase a encontrar. En caso de encontrar animales silvestres durante el desmonte y limpieza del terreno, su ahuyentamiento o reubicación será realizada por personal de la obra bajo la asesoría de un especialista con experiencia en manejo de fauna, quien implementará protocolos para estas actividades, con el propósito de que se realicen en forma segura,

FICHA 1	MANEJO DE FAUNA DURANTE LAS LABORES DEL APROVECHAMIENTO FORESTAL, DESMONTE Y LIMPIEZA			
	salvaguardando la vida de los trabajadores y las de los especímenes encontrados. Si se llegasen a encontrar mamíferos adultos o madrigueras habitadas, bajo la asesoría del experto, el personal reubicará a los individuos o a los cachorros por fuera del área a intervenir o si esto no es posible, serán entregados a la Corporación Autónoma Regional de los Valles del Sinú y San Jorge CVS para su traslado al centro de atención y valoración de fauna silvestre (CAV). Cuando se trate de serpientes, estás deberán manejarse en forma adecuada, para evitar una mordedura, en especial si el espécimen es venenoso. Como parte del Plan de Respuesta a Emergencias Médicas, el proyecto dispondrá debidamente refrigerado, como mínimo de 6 dosis de suero polivalente. También se tendrá una provisión de ganchos de aluminio acondicionados para la captura de serpientes y recipientes plásticos con tapa y perforaciones debidamente rotulados (indicando la presencia de serpientes). Se dejará constancia por escrito del número de individuos entregados o liberados de acuerdo con las instrucciones de la CVS al respecto. Se conservará un registro fotográfico de las diferentes especies encontradas. Quedará terminantemente prohibido la caza, la pesca o captura de especies con fines comerciales o de manutención.			
Tipo de medidas	Preventivas		Compensativas	
	Correctivas	X	De mitigación	X
Lugar de aplicación	Terreno intervenido por el Proyecto			
Población beneficiada	Habitantes aledaños al área de influencia directa.			
Mecanismos y estrategias participativas	– Educación ambiental, seguridad industrial y salud ocupacional para todos los empleados, conductores, operadores y trabajadores de la obra. – Charlas de 5´, recalcando al personal los aspectos, impactos y riesgos presentes, con sus acciones de control.			
Cronograma	La presente ficha estará vigente durante las labores de desmonte y limpieza y de aprovechamiento forestal.			
Responsable de ejecución	Personal de contratistas encargados de estas actividades.			
Seguimiento y monitoreo	- Inspector Ambiental. Seguridad Industrial y Salud Ocupacional. - Programa de Monitoreo Operativo.			
Indicadores				Metas
Número de individuos ahuyentados o reubicados por especies / Número de individuos encontrados o avistados por especies				100%
Número de actas de entrega o de liberación de fauna de acuerdo con instrucciones de la CVS.				
Personal requerido	- 1 inspector Ambiente, Seguridad Industrial y Salud Ocupacional. - 1 experto en manejar la flora y fauna silvestre.			
Presupuesto	Los costos asociados formarán parte de los costos operativos de la obra.			

22. CARACTERIZACIÓN ECOLÓGICA Y FLORÍSTICA

22.1 TIPOS DE BOSQUE

22.2 INVENTARIO FORESTAL

Según el IDEAM, 2010 un bosque es un espacio ocupado principalmente por árboles que puede contener arbustos, palmas, guaduas, hierbas y lianas, en la que predomina la cobertura arbórea con una densidad mínima del dosel de 30%, una altura mínima del dosel

(in situ) de 5 metros al momento de su identificación, y un área mínima de 1,0 ha. Se excluyen las coberturas arbóreas de plantaciones forestales comerciales (coníferas y/o latifoliadas), cultivos de palma, y árboles sembrados para la producción agropecuaria

Según la definición anterior en la zona de aprovechamiento no se puede describir un tipo de bosque, ya que los ecosistemas presentes no evidencian conformación de bosque por ser área urbana y por el grado de intervención que presenta la cobertura.

El área de aprovechamiento forestal se caracteriza por presentar arboles aislados localizados en ambos costados de la vía, son arboles producto de la regeneración o establecidos por las comunidades vecinas.

Las principales especies que caracterizan las áreas de intervención son Mango (*Mangifera indica*), Nim (*Azadirachta indica*), Almendro (*Terminalia catappa*) e Higo (*Ficus sp*).

El inventario forestal se realizó dentro del área de intervención con intensidad de muestreo del 100 % dentro del estrato de fustales, para lo cual se recorrió la totalidad del mismo; los cuales fueron marcados con un número consecutivo y se levantaron las respectivas medidas dendrométricas.

- Se marcaron los individuos arbóreos con pintura en aceite (pintura de color azul). La numeración se realizó de manera consecutiva.
- Se tomaron las medidas de la CAP (Circunferencia a la altura del pecho) realizando la medición en campo con cinta métrica obteniendo la medida de y DAP (Diámetro a la altura del pecho calculado) y se estimó la altura total, altura comercial de los árboles, diámetros de copa, presencia o ausencia de epifitas y estado fitosanitario.

  Para tomar el CAP se ubicó el punto de referencia para la medición del diámetro normal. Cuando los árboles crecen libres de nudos, malformaciones, bifurcaciones y contrafuertes, el punto de referencia del diámetro normal se ubica a 1,30 m de la superficie del suelo, el cual debe quedar perpendicular al eje del árbol. Cuando los árboles presentan en su fuste los problemas anteriormente mencionados, se toma como criterio de decisión para el establecimiento del punto de referencia, la medición de diámetros según las guías propuestas por Dallmeier et al. (1992) y Conde (1995).

- Se realizó la respectiva georreferenciación de cada individuo a intervenir.
- Se realizó el respectivo cálculo de área basal, volumen total y volumen comercial de cada árbol, utilizando las variables dasometricas medidas en campo.

La fórmula para el cálculo de volumen fue la siguiente:

$$V = \frac{\pi}{4} * DAP^2 * H * ff$$

Cabe resaltar que se utilizó factor forma de 0,65.

REGISTRO DE DATOS Y MEDICIONES FORESTALES

Una vez en campo e identificado el árbol se procedió a llenar los formularios de campo con los siguientes ítems:

- Especie

Nombre común y la respectiva identificación taxonómica (nombre científico).

- Altura total

Medida desde la base del árbol hasta la cúspide de la copa, relacionada en metros.

- CAP

Medida de la circunferencia del fuste a 1,30 m de altura.

- Localización y georreferenciación

Cada uno de los individuos arbóreos fue ubicado espacialmente con GPS en campo, lo que establece su interferencia directa con las obras a realizar. A continuación, se presenta el listado de individuos inventariados y su respectiva localización.

A continuación, se relaciona el inventario forestal al 100 % de las vías.

Tabla 7. Inventario 100 % de las vías (Nombre común, Nombre científico, Diámetro a la altura del pecho (m), Altura total (m), Volumen (m^3), Actividad.

N°	ID	NOMBRE COMÚN	FAMILIA	*NOMBRE CIENTÍFICO*	CAP (M)	DAP (M)	HT (M) ALTURA TOTAL CALCULADA	VOL (M3) TOTAL	X	Y	ACTIVIDAD	ESTADO FITOSANITARIO	OBSERVACIÓN	BARRIO
1	1	Almendro	Combretaceae	Terminalia catappa	0,40	0,13	7	0,06	-75,900341	8,737139	Tala	Pudrición en ramas	no vasculares	SANTANDER Y PASTRANA BORRERO
2	2	Gronsello	Phyllanthaceae	Phyllanthus acidus	0,53	0,17	5	0,07	-75,900296	8,737141	Tala	Buenas condiciones	no vasculares	SANTANDER Y PASTRANA BORRERO
3	3	Mango	Anacardiaceae	Mangifera indica	0,70	0,22	8	0,20	-75,900331	8,736944	Tala	Pudrición en ramas	no vasculares	SANTANDER Y PASTRANA BORRERO
4	4	Pera	Myrtoceae	Syzygium malaccense	0,42	0,13	5	0,05	-75,900312	8,736909	Tala	Buenas condiciones	no vasculares	SANTANDER Y PASTRANA BORRERO
5	5	Pera	Myrtoceae	Syzygium malaccense	0,32	0,10	5	0,03	-75,900321	8,736864	Tala	Buenas condiciones	no vasculares	SANTANDER Y PASTRANA BORRERO
6	6	Palma real	Arecaceae	Roystonea regia	0,37	0,12	4	0,03	-75,900312	8,736849	Tala	Buenas condiciones	no vasculares	SANTANDER Y PASTRANA BORRERO
7	7	Nim	Meliaceae	Azadirachta indica	0,57	0,18	4,5	0,08	-75,900083	8,736370	Tala	Buenas condiciones	no vasculares	SANTANDER Y PASTRANA BORRERO
8	8	Nim	Meliaceae	Azadirachta indica	0,34	0,11	4,5	0,03	-75,900196	8,736410	Tala	Buenas condiciones	no vasculares	SANTANDER Y PASTRANA BORRERO
9	9	Pimiento	Phyllanthaceae	Phyllanthus elsiae	0,53	0,17	5	0,07	-75,900197	8,736392	Tala	Pudrición en fuste	no vasculares	SANTANDER Y PASTRANA BORRERO
10	10	Nim	Meliaceae	Azadirachta indica	0,36	0,11	4,5	0,03	-75,900161	8,736293	Tala	Buenas condiciones	no vasculares	SANTANDER Y PASTRANA BORRERO
11	11	Chicala	Bignoniaceae	Tecoma stans	0,31	0,10	6	0,03	-75,900120	8,736080	Tala	Buenas condiciones	no vasculares	SANTANDER Y PASTRANA BORRERO
12	12	Chicala	Bignoniaceae	Tecoma stans	0,37	0,12	4	0,03	-75,900137	8,736063	Tala	Sin copa	no vasculares	SANTANDER Y PASTRANA BORRERO
13	13	Pimiento	Phyllanthaceae	Phyllanthus elsiae	0,77	0,25	5	0,15	-75,900057	8,736024	Tala	Buenas condiciones	no vasculares	SANTANDER Y PASTRANA BORRERO
14	14	Mango	Anacardiaceae	Mangifera indica	0,44	0,14	5	0,05	-75,900040	8,735875	Tala	Buenas condiciones	no vasculares	SANTANDER Y PASTRANA BORRERO
15	15	Maiz tostao	Polygonaceae	Coccoloba acuminata	0,58	0,18	6,5	0,11	-75,900000	8,735663	Tala	Buenas condiciones	no vasculares	SANTANDER Y PASTRANA BORRERO
16	16	Maiz tostao	Polygonaceae	Coccoloba acuminata	0,42	0,13	6,5	0,06	-75,899989	8,735625	Tala	Buenas condiciones	no vasculares	SANTANDER Y PASTRANA BORRERO
17	17	Nim	Meliaceae	Azadirachta indica	0,42	0,13	5	0,05	-75,899978	8,735537	Tala	Buenas condiciones	no vasculares	SANTANDER Y PASTRANA BORRERO
18	18	Huevo vegetal	Sapindaceae	Blighia sapida	0,34	0,11	5	0,03	-75,899865	8,735248	Tala	Buenas condiciones	no vasculares	SANTANDER Y PASTRANA BORRERO
19	19	Chicala	Bignoniaceae	Tecoma stans	0,42	0,13	5	0,05	-75,899927	8,735147	Tala	Buenas condiciones	no vasculares	SANTANDER Y PASTRANA BORRERO
20	20	Veranera	Nyctaginaceae	Bougainvillea glabra	0,49	0,16	6	0,08	-75,899801	8,734903	Tala	Pudrición en fuste	no vasculares	SANTANDER Y PASTRANA BORRERO

N°	ID	NOMBRE COMÚN	FAMILIA	*NOMBRE CIENTÍFICO*	CAP (M)	DAP (M)	HT (M) ALTURA TOTAL CALCULADA	VOL (M3) TOTAL	X	Y	ACTIVIDAD	ESTADO FITOSANITARIO	OBSERVACIÓN	BARRIO
21	21	Chicala	Bignoniaceae	Tecoma stans	0,30	0,10	6	0,03	-75,899761	8,734856	Tala	Buenas condiciones	no vasculares	SANTANDER Y PASTRANA BORRERO
22	22	Pimiento	Phyllanthaceae	Phyllanthus elsiae	0,45	0,14	5	0,05	-75,899722	8,734718	Tala	Buenas condiciones	no vasculares	SANTANDER Y PASTRANA BORRERO
23	23	Mango	Anacardiaceae	Mangifera indica	0,63	0,20	7	0,14	-75,899686	8,734597	Tala	Pudrición en ramas	no vasculares	SANTANDER Y PASTRANA BORRERO
24	24	Mangle zaragoza	Combretaceae	Conocarpus erectus	0,76	0,24	7	0,21	-75,899556	8,733957	Tala	Pudrición en ramas	no vasculares	SANTANDER Y PASTRANA BORRERO
25	25	Maiz tostao	Polygonaceae	Coccoloba acuminata	0,40	0,13	6	0,05	-75,899548	8,733880	Tala	Pudrición en fuste	no vasculares	SANTANDER Y PASTRANA BORRERO
26	26	Mangle zaragoza	Combretaceae	Conocarpus erectus	0,57	0,18	6	0,10	-75,899504	8,733856	Tala	Sin copa	no vasculares	SANTANDER Y PASTRANA BORRERO
27	27	Mangle zaragoza	Combretaceae	Conocarpus erectus	0,42	0,13	6	0,05	-75,899483	8,733834	Tala	Buenas condiciones	no vasculares	SANTANDER Y PASTRANA BORRERO
28	28	Mangle zaragoza	Combretaceae	Conocarpus erectus	0,93	0,30	7	0,31	-75,899422	8,733756	Tala	Buenas condiciones	no vasculares	SANTANDER Y PASTRANA BORRERO
29	29	Totumo	Bignoniaceae	Crescentia cujete	0,52	0,17	6	0,08	-75,899423	8,733440	Tala	Buenas condiciones	no vasculares	SANTANDER Y PASTRANA BORRERO
30	30	Mango	Anacardiaceae	Mangifera indica	1,04	0,33	5	0,28	-75,899368	8,733253	Tala	Sin copa	no vasculares	SANTANDER Y PASTRANA BORRERO
31	31	Uva cubana	Myrtaceae	Plinia cauliflora	1,05	0,33	9	0,51	-75,899283	8,732979	Tala	Buenas condiciones	no vasculares	SANTANDER Y PASTRANA BORRERO
32	32	Pimiento	Phyllanthaceae	Phyllanthus elsiae	0,60	0,19	5	0,09	-75,899164	8,732726	Tala	Buenas condiciones	no vasculares	SANTANDER Y PASTRANA BORRERO
33	33	Mango	Anacardiaceae	Mangifera indica	0,90	0,29	7	0,29	-75,899139	8,732577	Tala	Buenas condiciones	no vasculares	SANTANDER Y PASTRANA BORRERO
34	34	Caspin	Burseraceae	Bursera graveolens	0,37	0,12	4	0,03	-75,899185	8,732517	Tala	Buenas condiciones	no vasculares	SANTANDER Y PASTRANA BORRERO
35	35	Guanabana	Annonaceae	Annona muricata	0,36	0,11	6	0,04	-75,899156	8,732462	Tala	Buenas condiciones	no vasculares	SANTANDER Y PASTRANA BORRERO
36	36	Oiti	Chrysobalanaceae	Licania tomentosa	0,36	0,11	6	0,04	-75,899103	8,732455	Tala	Buenas condiciones	no vasculares	SANTANDER Y PASTRANA BORRERO
37	37	Mango	Anacardiaceae	Mangifera indica	1,10	0,35	8	0,50	-75,899089	8,732016	Tala	Pudrición en ramas	no vasculares	SANTANDER Y PASTRANA BORRERO
38	38	Mango	Anacardiaceae	Mangifera indica	0,35	0,11	7	0,04	-75,899008	8,731938	Tala	Buenas condiciones	no vasculares	SANTANDER Y PASTRANA BORRERO
39	39	Mango	Anacardiaceae	Mangifera indica	0,60	0,19	7	0,13	-75,898989	8,731905	Tala	Buenas condiciones	no vasculares	SANTANDER Y PASTRANA BORRERO
40	40	Maman	Sapindaceae	Melicoccus bijugatus	0,69	0,22	7	0,17	-75,898800	8,731313	Tala	Anillado	no vasculares	SANTANDER Y PASTRANA BORRERO
41	41	Pimiento	Phyllanthaceae	Phyllanthus elsiae	0,39	0,12	5	0,04	-75,898765	8,731262	Tala	Buenas condiciones	no vasculares	SANTANDER Y PASTRANA BORRERO
42	42	Pimiento	Phyllanthaceae	Phyllanthus elsiae	0,42	0,13	5	0,05	-75,898740	8,731084	Tala	Buenas condiciones	no vasculares	SANTANDER Y PASTRANA BORRERO
43	43	Guasimo	Malvaceae	Guazuma ulmifolia	0,41	0,13	6	0,05	-75,898731	8,731066	Tala	Buenas condiciones	no vasculares	SANTANDER Y PASTRANA BORRERO
44	44	Guasimo	Malvaceae	Guazuma ulmifolia	0,47	0,15	5	0,06	-75,898722	8,730993	Tala	Buenas condiciones	no vasculares	SANTANDER Y PASTRANA BORRERO
45	45	Mango	Anacardiaceae	Mangifera indica	0,56	0,18	7	0,11	-75,898728	8,730885	Tala	Buenas condiciones	no vasculares	SANTANDER Y PASTRANA BORRERO
46	1	Tulipan africano	Bignoniaceae	Spathodea campanulata	0,95	0,30	7	0,33	-75,899186	8,741914	Tala	Inclinado	no vasculares	LA GRANJA
47	2	Palma real	Arecaceae	Roystonea regia	1,25	0,40	9	0,73	-75,899139	8,741937	Tala	Buenas condiciones	no vasculares	LA GRANJA
48	3	Roble	Bignoniaceae	Tabebuia rosea	1,65	0,53	11	1,55	-75,899129	8,741928	Tala	Pudrición en ramas	no vasculares	LA GRANJA
49	4	Campano	Fabaceae	Albizia saman	2,22	0,71	11	2,80	-75,899082	8,741934	Tala	Pudrición en ramas	no vasculares	LA GRANJA

N°	ID	NOMBRE COMÚN	FAMILIA	*NOMBRE CIENTÍFICO*	CAP (M)	DAP (M)	HT (M) ALTURA TOTAL CALCULADA	VOL (M3) TOTAL	X	Y	ACTIVIDAD	ESTADO FITOSANITARIO	OBSERVACIÓN	BARRIO
50	5	Roble	Bignoniaceae	Tabebuia rosea	1,00	0,32	10	0,52	-75,898996	8,741936	Tala	Pudrición en ramas	no vasculares	LA GRANJA
51	6	Mango	Anacardiaceae	Mangifera indica	0,67	0,21	8	0,19	-75,898940	8,741959	Tala	Pudrición en ramas	no vasculares	LA GRANJA
52	7	Mango	Anacardiaceae	Mangifera indica	0,60	0,19	5	0,09	-75,898917	8,741826	Tala	Pudrición en ramas	no vasculares	LA GRANJA
53	8	Oiti	Chrysobalanaceae	Licania tomentosa	0,97	0,31	5	0,24	-75,897038	8,741909	Tala	Buenas condiciones	no vasculares	LA GRANJA
54	9	Palma real	Arecaceae	Roystonea regia	1,25	0,40	11	0,89	-75,894306	8,741928	Tala	Buenas condiciones	no vasculares	LA GRANJA
55	10	Mango	Anacardiaceae	Mangifera indica	1,00	0,32	8	0,41	-75,898953	8,742251	Tala	Pudrición en ramas	no vasculares	LA GRANJA
56	11	Mango	Anacardiaceae	Mangifera indica	1,52	0,48	8	0,96	-75,898954	8,742141	Tala	Pudrición en ramas	no vasculares	LA GRANJA
57	12	Roble	Bignoniaceae	Tabebuia rosea	0,81	0,26	9	0,30	-75,898935	8,742030	Tala	Pudrición en ramas	no vasculares	LA GRANJA
58	13	Mango	Anacardiaceae	Mangifera indica	0,41	0,13	6	0,05	-75,898953	8,741822	Tala	Pudrición en ramas	no vasculares	LA GRANJA
59	14	Pera	Myrtoceae	Syzygium malaccense	0,44	0,14	6	0,06	-75,898920	8,741775	Tala	Pudrición en ramas	no vasculares	LA GRANJA
60	15	Mango	Anacardiaceae	Mangifera indica	0,47	0,15	6	0,07	-75,898935	8,741752	Tala	Buenas condiciones	no vasculares	LA GRANJA
61	16	Mangle zaragoza	Combretaceae	Conocarpus erectus	0,37	0,12	6	0,04	-75,898935	8,741552	Tala	Buenas condiciones	no vasculares	LA GRANJA
62	1	Higo	Moraceae	Ficus sp	0,42	0,13	6	0,05	-75,891345	8,746612	Tala	Pudrición en ramas	no vasculares	BUENAVISTA
63	2	Mango	Anacardiaceae	Mangifera indica	0,58	0,19	7	0,12	-75,891189	8,746672	Tala	Buenas condiciones	no vasculares	BUENAVISTA
64	3	Higo	Moraceae	Ficus sp	0,76	0,24	6	0,18	-75,891006	8,746860	Tala	Pudrición en ramas	no vasculares	BUENAVISTA
65	4	Mango	Anacardiaceae	Mangifera indica	1,17	0,37	7	0,50	-75,890871	8,747061	Tala	Pudrición en ramas	no vasculares	BUENAVISTA
66	5	Mango	Anacardiaceae	Mangifera indica	0,38	0,12	7	0,05	-75,890830	8,747097	Tala	Pudrición en ramas	no vasculares	BUENAVISTA
67	6	Mango	Anacardiaceae	Mangifera indica	0,62	0,20	7	0,14	-75,890830	8,747103	Tala	Pudrición en ramas	no vasculares	BUENAVISTA
68	7	Nispero	Sapotaceae	Manilkara zapota	0,39	0,12	6	0,05	-75,890810	8,747119	Tala	Buenas condiciones	no vasculares	BUENAVISTA
69	8	Higo	Moraceae	Ficus sp	2,60	0,83	7	2,45	-75,890707	8,747285	Tala	Pudrición en ramas	no vasculares	BUENAVISTA
70	9	Higo	Moraceae	Ficus sp	3,30	1,05	7	3,94	-75,890641	8,747378	Tala	Pudrición en ramas	no vasculares	BUENAVISTA
71	10	Higo	Moraceae	Ficus sp	2,60	0,83	7	2,45	-75,890620	8,747404	Tala	Pudrición en ramas	no vasculares	BUENAVISTA
72	11	Oiti	Chrysobalanaceae	Licania tomentosa	0,42	0,13	5	0,05	-75,890288	8,748090	Tala	Buenas condiciones	no vasculares	BUENAVISTA
73	12	Almendro	Combretaceae	Terminalia catappa	1,80	0,57	11	1,84	-75,889868	8,748635	Tala	Pudrición en ramas	no vasculares	BUENAVISTA
74	13	Mango	Anacardiaceae	Mangifera indica	1,20	0,38	10	0,74	-75,889854	8,748721	Tala	Pudrición en ramas	no vasculares	BUENAVISTA
75	14	Almendro	Combretaceae	Terminalia catappa	1,80	0,57	5	0,84	-75,889848	8,748787	Tala	Pudrición en fuste	no vasculares	BUENAVISTA
76	15	Mango	Anacardiaceae	Mangifera indica	1,06	0,34	10	0,58	-75,889923	8,748205	Tala	Pudrición en ramas	no vasculares	BUENAVISTA
77	16	Palma real	Arecaceae	Roystonea regia	0,60	0,19	7	0,13	-75,889886	8,748168	Tala	Buenas condiciones	no vasculares	BUENAVISTA
78	17	Mango	Anacardiaceae	Mangifera indica	1,18	0,37	9	0,64	-75,889826	8,748142	Tala	Pudrición en ramas	no vasculares	BUENAVISTA

N°	ID	NOMBRE COMÚN	FAMILIA	*NOMBRE CIENTÍFICO*	CAP (M)	DAP (M)	HT (M) ALTURA TOTAL CALCULADA	VOL (M3) TOTAL	X	Y	ACTIVIDAD	ESTADO FITOSANITARIO	OBSERVACIÓN	BARRIO
79	18	Roble	Bignoniaceae	Tabebuia rosea	1,40	0,45	11	1,12	-75,889603	8,748121	Tala	Hueco	no vasculares	BUENAVISTA
80	19	Almendro	Combretaceae	Terminalia catappa	1,40	0,45	11	1,12	-75,889748	8,748061	Tala	Pudrición en ramas	no vasculares	BUENAVISTA
81	20	Roble	Bignoniaceae	Tabebuia rosea	0,37	0,12	7	0,05	-75,889693	8,748038	Tala	Pudrición en base	no vasculares	BUENAVISTA
82	21	Mango	Anacardiaceae	Mangifera indica	0,79	0,25	9	0,29	-75,889528	8,747924	Tala	Pudrición en ramas	no vasculares	BUENAVISTA
83	22	Almendro	Combretaceae	Terminalia catappa	0,79	0,25	9	0,29	-75,889495	8,747869	Tala	Pudrición en ramas	no vasculares	BUENAVISTA
84	23	Almendro	Combretaceae	Terminalia catappa	0,80	0,25	9	0,30	-75,889459	8,747849	Tala	Pudrición en ramas	no vasculares	BUENAVISTA
85	24	Oití	Chrysobalanaceae	Licania tomentosa	1,18	0,38	9	0,65	-75,889400	8,747811	Tala	Pudrición en ramas	no vasculares	BUENAVISTA
86	1	Chicala	Bignoniaceae	Tecoma stans	0,34	0,11	6	0,04	-75,902110	8,746015	Tala	Buenas condiciones	no vasculares	SIMON BOLIVAR, BRISAS DEL SINU Y SANTA FE
87	2	Oití	Chrysobalanaceae	Licania tomentosa	0,54	0,17	6	0,09	-75,902837	8,745873	Tala	Buenas condiciones	no vasculares	SIMON BOLIVAR, BRISAS DEL SINU Y SANTA FE
88	3	Totumillo	Bignoniaceae	Amphitecna latifolia	0,62	0,20	6	0,12	-75,902894	8,745861	Tala	Pudrición en fuste	no vasculares	SIMON BOLIVAR, BRISAS DEL SINU Y SANTA FE
89	4	Guayaba	Myrtaceae	Psidium guajava	0,42	0,13	7	0,06	-75,902881	8,745843	Tala	Pudrición en fuste	no vasculares	SIMON BOLIVAR, BRISAS DEL SINU Y SANTA FE
90	5	Palma lucaila	Arecaceae	Licuala grandis	0,31	0,10	6	0,03	-75,902896	8,745746	Tala	Buenas condiciones	no vasculares	SIMON BOLIVAR, BRISAS DEL SINU Y SANTA FE
91	6	Maiz tostao	Polygonaceae	Coccoloba acuminata	0,67	0,21	6	0,14	-75,902970	8,746160	Tala	Buenas condiciones	no vasculares	SIMON BOLIVAR, BRISAS DEL SINU Y SANTA FE
92	7	Chicala	Bignoniaceae	Tecoma stans	0,29	0,09	6	0,03	-75,903066	8,746166	Tala	Buenas condiciones	no vasculares	SIMON BOLIVAR, BRISAS DEL SINU Y SANTA FE
93	8	Guayaba	Myrtaceae	Psidium guajava	0,35	0,11	6	0,04	-75,903123	8,746113	Tala	Buenas condiciones	no vasculares	SIMON BOLIVAR, BRISAS DEL SINU Y SANTA FE
94	9	Maiz tostao	Polygonaceae	Coccoloba acuminata	0,54	0,17	6	0,09	-75,903131	8,746161	Tala	Buenas condiciones	no vasculares	SIMON BOLIVAR, BRISAS DEL SINU Y SANTA FE
95	10	Pimiento	Phyllanthaceae	Phyllanthus elsiae	0,49	0,16	6	0,07	-75,902752	8,746337	Tala	Buenas condiciones	no vasculares	SIMON BOLIVAR, BRISAS DEL SINU Y SANTA FE
96	11	Mango	Anacardiaceae	Mangifera indica	0,99	0,32	8	0,41	-75,902464	8,746484	Tala	Pudrición en ramas	no vasculares	SIMON BOLIVAR, BRISAS DEL SINU Y SANTA FE
97	12	Oití	Chrysobalanaceae	Licania tomentosa	0,42	0,13	6	0,05	-75,902074	8,746369	Tala	Buenas condiciones	no vasculares	SIMON BOLIVAR, BRISAS DEL SINU Y SANTA FE
98	13	Oití	Chrysobalanaceae	Licania tomentosa	0,59	0,19	5	0,09	-75,902067	8,746307	Tala	Pudrición en fuste	no vasculares	SIMON BOLIVAR, BRISAS DEL SINU Y SANTA FE
99	14	Pimiento	Phyllanthaceae	Phyllanthus elsiae	0,86	0,27	6	0,23	-75,902037	8,746272	Tala	Pudrición en fuste	no vasculares	SIMON BOLIVAR, BRISAS DEL SINU Y SANTA FE
100	15	Maiz tostao	Polygonaceae	Coccoloba acuminata	0,75	0,24	5	0,15	-75,902230	8,746687	Tala	Buenas condiciones	no vasculares	SIMON BOLIVAR, BRISAS DEL SINU Y SANTA FE
101	16	Higo	Moraceae	Ficus sp	1,60	0,51	8	1,06	-75,902301	8,746721	Tala	Pudrición en ramas	no vasculares	SIMON BOLIVAR, BRISAS DEL SINU Y SANTA FE
102	17	Higo	Moraceae	Ficus sp	1,64	0,52	8	1,11	-75,902335	8,746784	Tala	Pudrición en ramas	no vasculares	SIMON BOLIVAR, BRISAS DEL SINU Y SANTA FE
103	18	Almendro	Combretaceae	Terminalia catappa	1,70	0,54	8	1,20	-75,902351	8,746960	Tala	Pudrición en ramas	no vasculares	SIMON BOLIVAR, BRISAS DEL SINU Y SANTA FE
104	19	Higo	Moraceae	Ficus sp	1,50	0,48	5	0,58	-75,901809	8,747321	Tala	Pudrición en ramas	no vasculares	SIMON BOLIVAR, BRISAS DEL SINU Y SANTA FE
105	20	Nim	Meliaceae	Azadirachta indica	1,18	0,38	7	0,50	-75,901355	8,747465	Tala	Buenas condiciones	no vasculares	SIMON BOLIVAR, BRISAS DEL SINU Y SANTA FE
106	21	Almendro	Combretaceae	Terminalia catappa	0,37	0,12	7	0,05	-75,901232	8,747578	Tala	Pudrición en ramas	no vasculares	SIMON BOLIVAR, BRISAS DEL SINU Y SANTA FE
107	22	Nim	Meliaceae	Azadirachta indica	0,38	0,12	5	0,04	-75,900987	8,747547	Tala	Buenas condiciones	no vasculares	SIMON BOLIVAR, BRISAS DEL SINU Y SANTA FE
108	23	Nim	Meliaceae	Azadirachta indica	0,70	0,22	6	0,15	-75,901038	8,747492	Tala	Buenas condiciones	no vasculares	SIMON BOLIVAR, BRISAS DEL SINU Y SANTA FE
109	24	Nim	Meliaceae	Azadirachta indica	0,36	0,11	5	0,03	-75,901014	8,747468	Tala	Buenas condiciones	no vasculares	SIMON BOLIVAR, BRISAS DEL SINU Y SANTA FE
110	25	Nim	Meliaceae	Azadirachta indica	1,40	0,45	7	0,71	-75,900720	8,746811	Tala	Buenas condiciones	no vasculares	SIMON BOLIVAR, BRISAS DEL SINU Y SANTA FE
111	26	Nim	Meliaceae	Azadirachta indica	0,76	0,24	7	0,21	-75,900744	8,746776	Tala	Buenas condiciones	no vasculares	SIMON BOLIVAR, BRISAS DEL SINU Y SANTA FE

N°	ID	NOMBRE COMÚN	FAMILIA	*NOMBRE CIENTÍFICO*	CAP (M)	DAP (M)	HT (M) ALTURA TOTAL CALCULADA	VOL (M3) TOTAL	X	Y	ACTIVIDAD	ESTADO FITOSANITARIO	OBSERVACIÓN	BARRIO
112	27	Nim	Meliaceae	Azadirachta indica	0,70	0,22	7	0,18	-75,900749	8,746775	Tala	Buenas condiciones	no vasculares	SIMON BOLIVAR, BRISAS DEL SINU Y SANTA FE
TOTAL								39,97						

A continuación, se relaciona la tabla por especie con número de individuos por especie y volumen por especie.

Tabla 8. Especies con N° árboles y volumen del inventario forestal

FAMILIA	NOMBRE COMÚN	NOMBE CIENTIFICO	CANTIDAD	VOLUMEN TOTAL (m3)
Anacardiaceae	Mango	Mangifera indica	24	6,992
Annonaceae	Guanabana	Annona muricata	1	0,040
Arecaceae	Palma lucaila	Licuala grandis	1	0,030
	Palma real	Roystonea regia	4	1,775
Bignoniaceae	Chicala	Tecoma stans	6	0,192
	Roble	Tabebuia rosea	5	3,533
	Totumillo	Amphitecna latifolia	1	0,119
	Totumo	Crescentia cujete	1	0,084
	Tulipan africano	Spathodea campanulata	1	0,327
Burseraceae	Caspin	Bursera graveolens	1	0,028
Chrysobalanaceae	Oiti	Licania tomentosa	7	1,213
Combretaceae	Almendro	Terminalia catappa	8	5,682
	Mangle zaragoza	Conocarpus erectus	5	0,718
Fabaceae	Campano	Albizia saman	1	2,804
Malvaceae	Guasimo	Guazuma ulmifolia	2	0,109
Meliaceae	Nim	Azadirachta indica	11	2,002
Moraceae	Higo	Ficus sp	8	11,828
Myrtaceae	Guayaba	Psidium guajava	2	0,103
	Pera	Syzygium malaccense	3	0,132
	Uva cubana	Plinia cauliflora	1	0,513
Nyctaginaceae	Veranera	Bougainvillea glabra	1	0,076
Phyllanthaceae	Gronsella	Phyllanthus acidus	1	0,071
	Pimiento	Phyllanthus elsiae	8	0,759
Polygonaceae	Maiz tostao	Coccoloba acuminata	6	0,593
Sapindaceae	Huevo vegetal	Blighia sapida	1	0,030
	Mamon	Melicoccus bijugatus	1	0,172
Sapotaceae	Nispero	Manilkara zapota	1	0,046
TOTAL			**112**	**39,97**

Como se evidencia en la Tabla 8 y Tabla 9 se identificó un total de 112 árboles pertenecientes a 27 especies distribuidas en 17 familias. La familia que más individuos frecuenta es la familia Anacardiaceae con un total de dos especies con un total de 24 individuos.

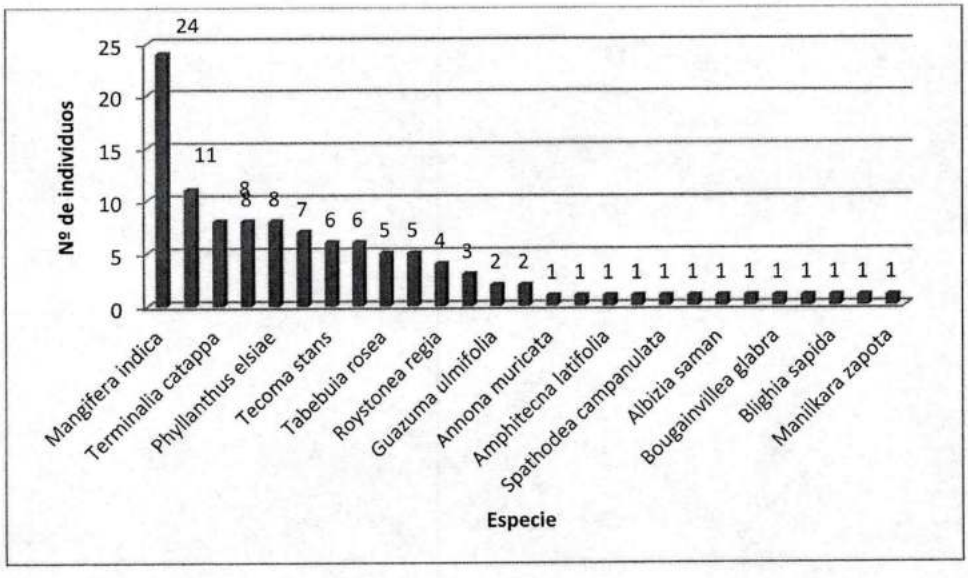
En el inventario se encontró dos especies frutales específicamente las especies Mango y Mamon. De igual manera las demás especies se consideran de uso ornamental y maderable.

Tabla 9. Número de individuos por especie y por familia

FAMILIA	CANTIDAD	VOLUMEN (m3)
Anacardiaceae	24	6,99
Annonaceae	1	0,04
Arecaceae	5	1,80
Bignoniaceae	14	4,25
Burseraceae	1	0,03
Chrysobalanaceae	7	1,21
Combretaceae	13	6,40
Fabaceae	1	2,80
Malvaceae	2	0,11
Meliaceae	11	2,00
Moraceae	8	11,83
Myrtaceae	6	0,75
Nyctaginaceae	1	0,08
Phyllanthaceae	9	0,83
Polygonaceae	6	0,59
Sapindaceae	2	0,20
Sapotaceae	1	0,05
TOTAL	**112**	**39,97**

Se evidencio arboles con alturas que oscilan entre los 4 metros a 11 metros, los árboles presentan pudrición en las ramas principalmente afectados por las inadecuadas podas realizadas con frecuencia por presentar contactos con redes eléctricas, así mismo hay árboles que presentan afectaciones fitosanitarias en su corteza y fuste.

De igual manera se evidencia, que los árboles inventariados son arboles jóvenes remanentes de la expansión urbana.



Grafica 1. Número de individuos por especie

INDIVIDUOS ARBÓREOS RECOMENDADOS PARA TALA

El aprovechamiento forestal se llevará a cabo dentro área de diseño del proyecto, en ambos costados de la vía existente; puesto que los árboles se encuentran dentro de la zona donde se proyectan los andenes (1,20 m de ancho desde el borde de la vía) a lo largo de una longitud aproximada de 2906 m, cabe mencionar que las vías presenta un anchos variables 6 - 7,4 metros, los árboles se localizan en ambos costados lo cual interrumpen la correcta movilidad de peatones y personas con baja movilidad o discapacidad. Como soporte de este numeral se encuentra el acta de socialización y concertación con la comunidad, a la cual se le explico la necesidad del aprovechamiento de los árboles que estaban dentro del trazado de la vía. Actualmente el área de influencia del proyecto es espacio público.

Durante el levantamiento del inventario forestal se evaluó los individuos arbóreos que requieren de actividades de tala, los criterios seleccionados y evaluados fueron los siguientes: diseños arquitectónicos, estado fitosanitario, riesgo de volcamiento y afectación a infraestructuras aledañas, se identificó que se requiere ejecutar las actividades de tala de **CIENTO DOCE (112)** árboles que corresponden a un volumen total de **TREINTA Y NUEVE PUNTO NOVENTA Y SIETE (39,97 m^3)** metros cúbicos de madera.

Tabla 10. Arboles solicitados para tala (Nombre común, Nombre científico, Diámetro a la altura del pecho (m), Altura total (m), Volumen (m3), Actividad y Observación)

N°	ID	NOMBRE COMÚN	FAMILIA	*NOMBRE CIENTÍFICO*	CAP (M)	DAP (M)	HT (M) ALTURA TOTAL CALCULADA	VOL (M3) TOTAL	X	Y	ACTIVIDAD	ESTADO FITOSANITARIO	OBSERVACIÓN	BARRIO
1	1	Almendro	Combretaceae	Terminalia catappa	0,40	0,13	7	0,06	-75,900341	8,737139	Tala	Pudrición en ramas	no vasculares	SANTANDER Y PASTRANA BORRERO
2	2	Gronsella	Phyllanthaceae	Phyllanthus acidus	0,53	0,17	5	0,07	-75,900296	8,737141	Tala	Buenas condiciones	no vasculares	SANTANDER Y PASTRANA BORRERO
3	3	Mango	Anacardiaceae	Mangifera indica	0,70	0,22	8	0,20	-75,900331	8,736944	Tala	Pudrición en ramas	no vasculares	SANTANDER Y PASTRANA BORRERO
4	4	Pera	Myrtoceae	Syzygium malaccense	0,42	0,13	5	0,05	-75,900312	8,736909	Tala	Buenas condiciones	no vasculares	SANTANDER Y PASTRANA BORRERO
5	5	Pera	Myrtoceae	Syzygium malaccense	0,32	0,10	5	0,03	-75,900321	8,736864	Tala	Buenas condiciones	no vasculares	SANTANDER Y PASTRANA BORRERO
6	6	Palma real	Arecaceae	Roystonea regia	0,37	0,12	4	0,03	-75,900312	8,736849	Tala	Buenas condiciones	no vasculares	SANTANDER Y PASTRANA BORRERO
7	7	Nim	Meliaceae	Azadirachta indica	0,57	0,18	4,5	0,08	-75,900083	8,736370	Tala	Buenas condiciones	no vasculares	SANTANDER Y PASTRANA BORRERO
8	8	Nim	Meliaceae	Azadirachta indica	0,34	0,11	4,5	0,03	-75,900196	8,736410	Tala	Buenas condiciones	no vasculares	SANTANDER Y PASTRANA BORRERO
9	9	Pimiento	Phyllanthaceae	Phyllanthus elsiae	0,53	0,17	5	0,07	-75,900197	8,736392	Tala	Pudrición en fuste	no vasculares	SANTANDER Y PASTRANA BORRERO
10	10	Nim	Meliaceae	Azadirachta indica	0,36	0,11	4,5	0,03	-75,900161	8,736293	Tala	Buenas condiciones	no vasculares	SANTANDER Y PASTRANA BORRERO
11	11	Chicala	Bignoniaceae	Tecoma stans	0,31	0,10	6	0,03	-75,900120	8,736080	Tala	Buenas condiciones	no vasculares	SANTANDER Y PASTRANA BORRERO
12	12	Chicala	Bignoniaceae	Tecoma stans	0,37	0,12	4	0,03	-75,900137	8,736063	Tala	Sin copa	no vasculares	SANTANDER Y PASTRANA BORRERO
13	13	Pimiento	Phyllanthaceae	Phyllanthus elsiae	0,77	0,25	5	0,15	-75,900057	8,736024	Tala	Buenas condiciones	no vasculares	SANTANDER Y PASTRANA BORRERO
14	14	Mango	Anacardiaceae	Mangifera indica	0,44	0,14	5	0,05	-75,900040	8,735875	Tala	Buenas condiciones	no vasculares	SANTANDER Y PASTRANA BORRERO

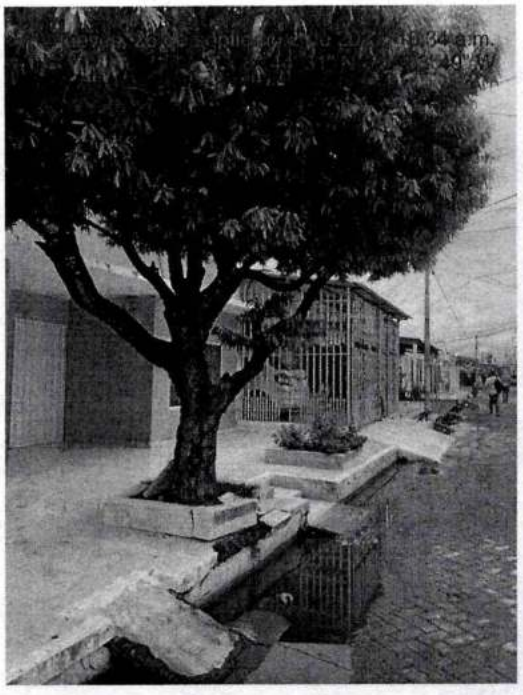
N°	ID	NOMBRE COMÚN	FAMILIA	NOMBRE CIENTÍFICO	CAP (M)	DAP (M)	HT (M) ALTURA TOTAL CALCULADA	VOL (M3) TOTAL	X	Y	ACTIVIDAD	ESTADO FITOSANITARIO	OBSERVACIÓN	BARRIO
15	15	Maiz tostao	Polygonaceae	Coccoloba acuminata	0,58	0,18	6,5	0,11	-75,900000	8,735663	Tala	Buenas condiciones	no vasculares	SANTANDER Y PASTRANA BORRERO
16	16	Maiz tostao	Polygonaceae	Coccoloba acuminata	0,42	0,13	6,5	0,06	-75,899989	8,735625	Tala	Buenas condiciones	no vasculares	SANTANDER Y PASTRANA BORRERO
17	17	Nim	Meliaceae	Azadirachta indica	0,42	0,13	5	0,05	-75,899978	8,735537	Tala	Buenas condiciones	no vasculares	SANTANDER Y PASTRANA BORRERO
18	18	Huevo vegetal	Sapindaceae	Blighia sapida	0,34	0,11	5	0,03	-75,899865	8,735248	Tala	Buenas condiciones	no vasculares	SANTANDER Y PASTRANA BORRERO
19	19	Chicala	Bignoniaceae	Tecoma stans	0,42	0,13	5	0,05	-75,899927	8,735147	Tala	Buenas condiciones	no vasculares	SANTANDER Y PASTRANA BORRERO
20	20	Veronera	Nyctaginaceae	Bougainvillea glabra	0,49	0,16	6	0,08	-75,899801	8,734903	Tala	Pudrición en fuste	no vasculares	SANTANDER Y PASTRANA BORRERO
21	21	Chicala	Bignoniaceae	Tecoma stans	0,30	0,10	6	0,03	-75,899761	8,734856	Tala	Buenas condiciones	no vasculares	SANTANDER Y PASTRANA BORRERO
22	22	Pimiento	Phyllanthaceae	Phyllanthus elsiae	0,45	0,14	5	0,05	-75,899722	8,734718	Tala	Buenas condiciones	no vasculares	SANTANDER Y PASTRANA BORRERO
23	23	Mango	Anacardiaceae	Mangifera indica	0,63	0,20	7	0,14	-75,899686	8,734597	Tala	Pudrición en ramas	no vasculares	SANTANDER Y PASTRANA BORRERO
24	24	Mangle zaragoza	Combretaceae	Conocarpus erectus	0,76	0,24	7	0,21	-75,899556	8,733957	Tala	Pudrición en ramas	no vasculares	SANTANDER Y PASTRANA BORRERO
25	25	Maiz tostao	Polygonaceae	Coccoloba acuminata	0,40	0,13	6	0,05	-75,899548	8,733880	Tala	Pudrición en fuste	no vasculares	SANTANDER Y PASTRANA BORRERO
26	26	Mangle zaragoza	Combretaceae	Conocarpus erectus	0,57	0,18	6	0,10	-75,899504	8,733856	Tala	Sin copa	no vasculares	SANTANDER Y PASTRANA BORRERO
27	27	Mangle zaragoza	Combretaceae	Conocarpus erectus	0,42	0,13	6	0,05	-75,899483	8,733834	Tala	Buenas condiciones	no vasculares	SANTANDER Y PASTRANA BORRERO
28	28	Mangle zaragoza	Combretaceae	Conocarpus erectus	0,93	0,30	7	0,31	-75,899422	8,733756	Tala	Buenas condiciones	no vasculares	SANTANDER Y PASTRANA BORRERO
29	29	Totumo	Bignoniaceae	Crescentia cujete	0,52	0,17	6	0,08	-75,899423	8,733440	Tala	Buenas condiciones	no vasculares	SANTANDER Y PASTRANA BORRERO
30	30	Mango	Anacardiaceae	Mangifera indica	1,04	0,33	5	0,28	-75,899368	8,733253	Tala	Sin copa	no vasculares	SANTANDER Y PASTRANA BORRERO
31	31	Uva cubana	Myrtaceae	Plinia cauliflora	1,05	0,33	9	0,51	-75,899283	8,732979	Tala	Buenas condiciones	no vasculares	SANTANDER Y PASTRANA BORRERO
32	32	Pimiento	Phyllanthaceae	Phyllanthus elsiae	0,60	0,19	5	0,09	-75,899164	8,732726	Tala	Buenas condiciones	no vasculares	SANTANDER Y PASTRANA BORRERO
33	33	Mango	Anacardiaceae	Mangifera indica	0,90	0,29	7	0,29	-75,899139	8,732577	Tala	Buenas condiciones	no vasculares	SANTANDER Y PASTRANA BORRERO
34	34	Caspin	Burseraceae	Bursera graveolens	0,37	0,12	4	0,03	-75,899185	8,732517	Tala	Buenas condiciones	no vasculares	SANTANDER Y PASTRANA BORRERO
35	35	Guanabana	Annonaceae	Annona muricata	0,36	0,11	6	0,04	-75,899156	8,732462	Tala	Buenas condiciones	no vasculares	SANTANDER Y PASTRANA BORRERO
36	36	Oiti	Chrysobalanaceae	Licania tomentosa	0,36	0,11	6	0,04	-75,899103	8,732455	Tala	Buenas condiciones	no vasculares	SANTANDER Y PASTRANA BORRERO
37	37	Mango	Anacardiaceae	Mangifera indica	1,10	0,35	8	0,50	-75,898989	8,732016	Tala	Pudrición en ramas	no vasculares	SANTANDER Y PASTRANA BORRERO
38	38	Mango	Anacardiaceae	Mangifera indica	0,35	0,11	7	0,04	-75,899008	8,731938	Tala	Buenas condiciones	no vasculares	SANTANDER Y PASTRANA BORRERO
39	39	Mango	Anacardiaceae	Mangifera indica	0,60	0,19	7	0,13	-75,898989	8,731905	Tala	Buenas condiciones	no vasculares	SANTANDER Y PASTRANA BORRERO
40	40	Mamon	Sapindaceae	Melicoccus bijugatus	0,69	0,22	7	0,17	-75,898800	8,731313	Tala	Anillado	no vasculares	SANTANDER Y PASTRANA BORRERO
41	41	Pimiento	Phyllanthaceae	Phyllanthus elsiae	0,39	0,12	5	0,04	-75,898765	8,731262	Tala	Buenas condiciones	no vasculares	SANTANOER Y PASTRANA BORRERO
42	42	Pimiento	Phyllanthaceae	Phyllanthus elsiae	0,42	0,13	5	0,05	-75,898740	8,731084	Tala	Buenas condiciones	no vasculares	SANTANDER Y PASTRANA BORRERO
43	43	Guasimo	Malvaceae	Guazuma ulmifolia	0,41	0,13	6	0,05	-75,898731	8,731066	Tala	Buenas condiciones	no vasculares	SANTANDER Y PASTRANA BORRERO

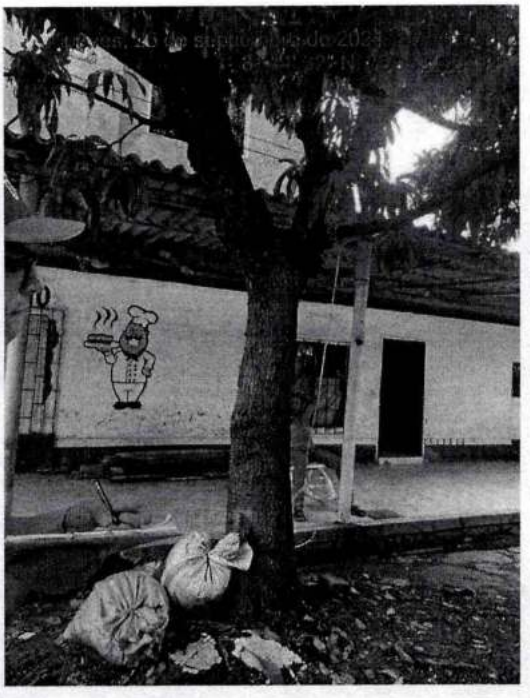
N°	ID	NOMBRE COMÚN	FAMILIA	*NOMBRE CIENTÍFICO*	CAP (M)	DAP (M)	HT (M) ALTURA TOTAL CALCULADA	VOL (M3) TOTAL	X	Y	ACTIVIDAD	ESTADO FITOSANITARIO	OBSERVACIÓN	BARRIO
44	44	Guasimo	Malvaceae	Guazuma ulmifolia	0,47	0,15	5	0,06	-75,898722	8,730993	Tala	Buenas condiciones	no vasculares	SANTANDER Y PASTRANA BORRERO
45	45	Mango	Anacardiaceae	Mangifera indica	0,58	0,18	7	0,11	-75,898728	8,730885	Tala	Buenas condiciones	no vasculares	SANTANDER Y PASTRANA BORRERO
46	1	Tulipan africano	Bignoniaceae	Spathodea campanulata	0,95	0,30	7	0,33	-75,899186	8,741914	Tala	Inclinado	no vasculares	LA GRANJA
47	2	Palma real	Arecaceae	Roystonea regia	1,25	0,40	9	0,73	-75,899139	8,741937	Tala	Buenas condiciones	no vasculares	LA GRANJA
48	3	Roble	Bignoniaceae	Tabebuia rosea	1,65	0,53	11	1,55	-75,899129	8,741928	Tala	Pudrición en ramas	no vasculares	LA GRANJA
49	4	Campano	Fabaceae	Albizia saman	2,22	0,71	11	2,80	-75,899082	8,741934	Tala	Pudrición en ramas	no vasculares	LA GRANJA
50	5	Roble	Bignoniaceae	Tabebuia rosea	1,00	0,32	10	0,52	-75,898996	8,741936	Tala	Pudrición en ramas	no vasculares	LA GRANJA
51	6	Mango	Anacardiaceae	Mangifera indica	0,67	0,21	8	0,19	-75,898940	8,741959	Tala	Pudrición en ramas	no vasculares	LA GRANJA
52	7	Mango	Anacardiaceae	Mangifera indica	0,60	0,19	5	0,09	-75,898917	8,741826	Tala	Pudrición en ramas	no vasculares	LA GRANJA
53	8	Oiti	Chrysobalanaceae	Licania tomentosa	0,97	0,31	5	0,24	-75,897038	8,741909	Tala	Buenas condiciones	no vasculares	LA GRANJA
54	9	Palma real	Arecaceae	Roystonea regia	1,25	0,40	11	0,89	-75,894306	8,741928	Tala	Buenas condiciones	no vasculares	LA GRANJA
55	10	Mango	Anacardiaceae	Mangifera indica	1,00	0,32	8	0,41	-75,898953	8,742251	Tala	Pudrición en ramas	no vasculares	LA GRANJA
56	11	Mango	Anacardiaceae	Mangifera indica	1,52	0,48	8	0,96	-75,898954	8,742141	Tala	Pudrición en ramas	no vasculares	LA GRANJA
57	12	Roble	Bignoniaceae	Tabebuia rosea	0,81	0,26	9	0,30	-75,898935	8,742030	Tala	Pudrición en ramas	no vasculares	LA GRANJA
58	13	Mango	Anacardiaceae	Mangifera indica	0,41	0,13	6	0,05	-75,898953	8,741822	Tala	Pudrición en ramas	no vasculares	LA GRANJA
59	14	Pera	Myrtaceae	Syzygium malaccense	0,44	0,14	6	0,06	-75,898920	8,741775	Tala	Pudrición en ramas	no vasculares	LA GRANJA
60	15	Mango	Anacardiaceae	Mangifera indica	0,47	0,15	6	0,07	-75,898935	8,741752	Tala	Buenas condiciones	no vasculares	LA GRANJA
61	16	Mangle zaragoza	Combretaceae	Conocarpus erectus	0,37	0,12	6	0,04	-75,898935	8,741552	Tala	Buenas condiciones	no vasculares	LA GRANJA
62	1	Higo	Moraceae	Ficus sp	0,42	0,13	6	0,05	-75,891345	8,746612	Tala	Pudrición en ramas	no vasculares	BUENAVISTA
63	2	Mango	Anacardiaceae	Mangifera indica	0,58	0,19	7	0,12	-75,891189	8,746672	Tala	Buenas condiciones	no vasculares	BUENAVISTA
64	3	Higo	Moraceae	Ficus sp	0,76	0,24	6	0,18	-75,891006	8,746860	Tala	Pudrición en ramas	no vasculares	BUENAVISTA
65	4	Mango	Anacardiaceae	Mangifera indica	1,17	0,37	7	0,50	-75,890871	8,747061	Tala	Pudrición en ramas	no vasculares	BUENAVISTA
66	5	Mango	Anacardiaceae	Mangifera indica	0,38	0,12	7	0,05	-75,890830	8,747097	Tala	Pudrición en ramas	no vasculares	BUENAVISTA
67	6	Mango	Anacardiaceae	Mangifera indica	0,62	0,20	7	0,14	-75,890830	8,747103	Tala	Pudrición en ramas	no vasculares	BUENAVISTA
68	7	Nispero	Sapotaceae	Manilkara zapota	0,39	0,12	6	0,05	-75,890810	8,747119	Tala	Buenas condiciones	no vasculares	BUENAVISTA
69	8	Higo	Moraceae	Ficus sp	2,60	0,83	7	2,45	-75,890707	8,747285	Tala	Pudrición en ramas	no vasculares	BUENAVISTA
70	9	Higo	Moraceae	Ficus sp	3,30	1,05	7	3,94	-75,890641	8,747378	Tala	Pudrición en ramas	no vasculares	BUENAVISTA
71	10	Higo	Moraceae	Ficus sp	2,60	0,83	7	2,45	-75,890620	8,747404	Tala	Pudrición en ramas	no vasculares	BUENAVISTA
72	11	Oiti	Chrysobalanaceae	Licania tomentosa	0,42	0,13	5	0,05	-75,890288	8,748090	Tala	Buenas condiciones	no vasculares	BUENAVISTA

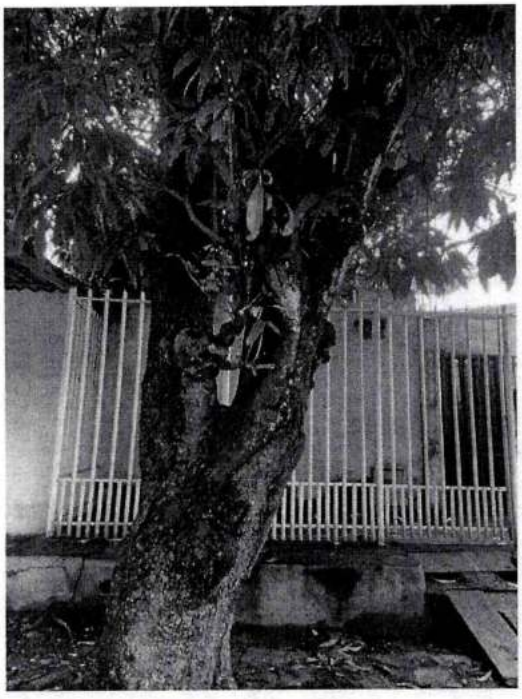
N°	ID	NOMBRE COMÚN	FAMILIA	*NOMBRE CIENTÍFICO*	CAP (M)	DAP (M)	HT (M) ALTURA TOTAL CALCULADA	VOL (M3) TOTAL	X	Y	ACTIVIDAD	ESTADO FITOSANITARIO	OBSERVACIÓN	BARRIO
73	12	Almendro	Combretaceae	Terminalia catappa	1,80	0,57	11	1,84	-75,889866	8,746635	Tala	Pudrición en ramas	no vasculares	BUENAVISTA
74	13	Mango	Anacardiaceae	Mangifera indica	1,20	0,38	10	0,74	-75,889854	8,746721	Tala	Pudrición en ramas	no vasculares	BUENAVISTA
75	14	Almendro	Combretaceae	Terminalia catappa	1,80	0,57	5	0,84	-75,889848	8,746767	Tala	Pudrición en fuste	no vasculares	BUENAVISTA
76	15	Mango	Anacardiaceae	Mangifera indica	1,06	0,34	10	0,58	-75,889923	8,748205	Tala	Pudrición en ramas	no vasculares	BUENAVISTA
77	16	Palma real	Arecaceae	Roystonea regia	0,60	0,19	7	0,13	-75,889886	8,748168	Tala	Buenas condiciones	no vasculares	BUENAVISTA
78	17	Mango	Anacardiaceae	Mangifera indica	1,18	0,37	9	0,64	-75,889826	8,748142	Tala	Pudrición en ramas	no vasculares	BUENAVISTA
79	18	Roble	Bignoniaceae	Tabebuia rosea	1,40	0,45	11	1,12	-75,889803	8,748121	Tala	Hueco	no vasculares	BUENAVISTA
80	19	Almendro	Combretaceae	Terminalia catappa	1,40	0,45	11	1,12	-75,889748	8,748061	Tala	Pudrición en ramas	no vasculares	BUENAVISTA
81	20	Roble	Bignoniaceae	Tabebuia rosea	0,37	0,12	7	0,05	-75,889693	8,748038	Tala	Pudrición en base	no vasculares	BUENAVISTA
82	21	Mango	Anacardiaceae	Mangifera indica	0,79	0,25	9	0,29	-75,889528	8,747924	Tala	Pudrición en ramas	no vasculares	BUENAVISTA
83	22	Almendro	Combretaceae	Terminalia catappa	0,79	0,25	9	0,29	-75,889495	8,747869	Tala	Pudrición en ramas	no vasculares	BUENAVISTA
84	23	Almendro	Combretaceae	Terminalia catappa	0,80	0,25	9	0,30	-75,889459	8,747849	Tala	Pudrición en ramas	no vasculares	BUENAVISTA
85	24	Oiti	Chrysobalanaceae	Licania tomentosa	1,18	0,38	9	0,65	-75,889400	8,747811	Tala	Pudrición en ramas	no vasculares	BUENAVISTA
86	1	Chicala	Bignoniaceae	Tecoma stans	0,34	0,11	6	0,04	-75,902110	8,746015	Tala	Buenas condiciones	no vasculares	SIMON BOLIVAR, BRISAS DEL SINU Y SANTA FE
87	2	Oiti	Chrysobalanaceae	Licania tomentosa	0,54	0,17	6	0,09	-75,902837	8,745873	Tala	Buenas condiciones	no vasculares	SIMON BOLIVAR, BRISAS DEL SINU Y SANTA FE
88	3	Totumillo	Bignoniaceae	Amphitecna latifolia	0,62	0,20	6	0,12	-75,902894	8,745861	Tala	Pudrición en fuste	no vasculares	SIMON BOLIVAR, BRISAS DEL SINU Y SANTA FE
89	4	Guayaba	Myrtaceae	Psidium guajava	0,42	0,13	7	0,06	-75,902881	8,745843	Tala	Pudrición en fuste	no vasculares	SIMON BOLIVAR, BRISAS DEL SINU Y SANTA FE
90	5	Palma lucaila	Arecaceae	Licuala grandis	0,31	0,10	6	0,03	-75,902896	8,745746	Tala	Buenas condiciones	no vasculares	SIMON BOLIVAR, BRISAS DEL SINU Y SANTA FE
91	6	Maiz tostao	Polygonaceae	Coccoloba acuminata	0,67	0,21	6	0,14	-75,902970	8,746160	Tala	Buenas condiciones	no vasculares	SIMON BOLIVAR, BRISAS DEL SINU Y SANTA FE
92	7	Chicala	Bignoniaceae	Tecoma stans	0,29	0,09	6	0,03	-75,903066	8,746166	Tala	Buenas condiciones	no vasculares	SIMON BOLIVAR, BRISAS DEL SINU Y SANTA FE
93	8	Guayaba	Myrtaceae	Psidium guajava	0,35	0,11	6	0,04	-75,903123	8,746113	Tala	Buenas condiciones	no vasculares	SIMON BOLIVAR, BRISAS DEL SINU Y SANTA FE
94	9	Maiz tostao	Polygonaceae	Coccoloba acuminata	0,54	0,17	6	0,09	-75,903131	8,746161	Tala	Buenas condiciones	no vasculares	SIMON BOLIVAR, BRISAS DEL SINU Y SANTA FE
95	10	Pimiento	Phyllanthaceae	Phyllanthus elsiae	0,49	0,16	6	0,07	-75,902752	8,746337	Tala	Buenas condiciones	no vasculares	SIMON BOLIVAR, BRISAS DEL SINU Y SANTA FE
96	11	Mango	Anacardiaceae	Mangifera indica	0,99	0,32	8	0,41	-75,902464	8,746484	Tala	Pudrición en ramas	no vasculares	SIMON BOLIVAR, BRISAS DEL SINU Y SANTA FE
97	12	Oiti	Chrysobalanaceae	Licania tomentosa	0,42	0,13	6	0,05	-75,902074	8,746369	Tala	Buenas condiciones	no vasculares	SIMON BOLIVAR, BRISAS DEL SINU Y SANTA FE
98	13	Oiti	Chrysobalanaceae	Licania tomentosa	0,59	0,19	5	0,09	-75,902067	8,746307	Tala	Pudrición en fuste	no vasculares	SIMON BOLIVAR, BRISAS DEL SINU Y SANTA FE
99	14	Pimiento	Phyllanthaceae	Phyllanthus elsiae	0,86	0,27	6	0,23	-75,902037	8,746272	Tala	Pudrición en fuste	no vasculares	SIMON BOLIVAR, BRISAS DEL SINU Y SANTA FE
100	15	Maiz tostao	Polygonaceae	Coccoloba acuminata	0,75	0,24	5	0,15	-75,902230	8,746687	Tala	Buenas condiciones	no vasculares	SIMON BOLIVAR, BRISAS DEL SINU Y SANTA FE
101	16	Higo	Moraceae	Ficus sp	1,60	0,51	8	1,06	-75,902301	8,746721	Tala	Pudrición en ramas	no vasculares	SIMON BOLIVAR, BRISAS DEL SINU Y SANTA FE
102	17	Higo	Moraceae	Ficus sp	1,64	0,52	8	1,11	-75,902335	8,746784	Tala	Pudrición en ramas	no vasculares	SIMON BOLIVAR, BRISAS DEL SINU Y SANTA FE
103	18	Almendro	Combretaceae	Terminalia catappa	1,70	0,54	8	1,20	-75,902351	8,746960	Tala	Pudrición en ramas	no vasculares	SIMON BOLIVAR, BRISAS DEL SINU Y SANTA FE
104	19	Higo	Moraceae	Ficus sp	1,50	0,48	5	0,58	-75,901809	8,747321	Tala	Pudrición en ramas	no vasculares	SIMON BOLIVAR, BRISAS DEL SINU Y SANTA FE

N°	ID	NOMBRE COMÚN	FAMILIA	*NOMBRE CIENTÍFICO*	CAP (M)	DAP (M)	HT (M) ALTURA TOTAL CALCULADA	VOL (M3) TOTAL	X	Y	ACTIVIDAD	ESTADO FITOSANITARIO	OBSERVACIÓN	BARRIO
105	20	Nim	Meliaceae	Azadirachta indica	1,18	0,38	7	0,50	-75,901355	8,747465	Tala	Buenas condiciones	no vasculares	SIMON BOLIVAR, BRISAS DEL SINU Y SANTA FE
106	21	Almendro	Combretaceae	Terminalia catappa	0,37	0,12	7	0,05	-75,901232	8,747578	Tala	Pudrición en ramas	no vasculares	SIMON BOLIVAR, BRISAS DEL SINU Y SANTA FE
107	22	Nim	Meliaceae	Azadirachta indica	0,38	0,12	5	0,04	-75,900987	8,747547	Tala	Buenas condiciones	no vasculares	SIMON BOLIVAR, BRISAS DEL SINU Y SANTA FE
108	23	Nim	Meliaceae	Azadirachta indica	0,70	0,22	6	0,15	-75,901038	8,747492	Tala	Buenas condiciones	no vasculares	SIMON BOLIVAR, BRISAS DEL SINU Y SANTA FE
109	24	Nim	Meliaceae	Azadirachta indica	0,36	0,11	5	0,03	-75,901014	8,747468	Tala	Buenas condiciones	no vasculares	SIMON BOLIVAR, BRISAS DEL SINU Y SANTA FE
110	25	Nim	Meliaceae	Azadirachta indica	1,40	0,45	7	0,71	-75,900720	8,746811	Tala	Buenas condiciones	no vasculares	SIMON BOLIVAR, BRISAS DEL SINU Y SANTA FE
111	26	Nim	Meliaceae	Azadirachta indica	0,76	0,24	7	0,21	-75,900744	8,746776	Tala	Buenas condiciones	no vasculares	SIMON BOLIVAR, BRISAS DEL SINU Y SANTA FE
112	27	Nim	Meliaceae	Azadirachta indica	0,70	0,22	7	0,18	-75,900749	8,746775	Tala	Buenas condiciones	no vasculares	SIMON BOLIVAR, BRISAS DEL SINU Y SANTA FE
TOTAL								39,97						

Foto 1. Registro fotográfico de algunos árboles recomendados para actividades de tala

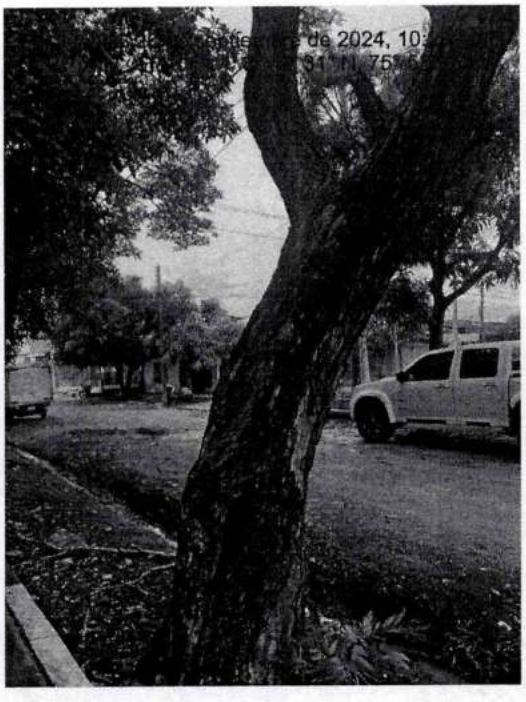












IDENTIFICACIÓN DE ESPECIES VEDADAS O EN ESTADO DE VULNERABILIDAD O AMENAZA

Consultando la resolución 1912 del 2017 emitida por el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, las listas del Instituto Alexander von Humboldt (http://www.humboldt.org.co), el libro rojo de plantas de Colombia y las resoluciones de la Corporación Autónoma Regional de los Valles del Sinú y del San Jorge CVS, se identificó que en el área de estudio NO SE REGISTRÓ EN EL INVENTARIO FORESTAL ESPECIES REPORTADAS EN VEDA O EN CATEGORÍA DE AMENAZA.

Establecimiento de parcelas para la evaluación del estado de la Regeneración Natural

Para el caso de ese inventario no se realizó evaluación del estado de la regeneración natural.

Índice de valor de importancia

No aplica.

23. LABORES DE APROVECHAMIENTO

Evaluación del fuste

Las cualidades de los fustes o troncos de los árboles son muy variables, dependiendo de la especie, la calidad de sitio, densidad de los árboles, la topografía y la ecología de las especies, entre otros; las cuales determinan características físicas particulares que inciden en la dirección de caída (MinAmbiente & OIMT, 2002).
Dentro de la evaluación del fuste se realizará el análisis de la rectitud, bifurcación, inclinación, estado sanitario.

Dirección de caída

El análisis de la dirección de caída representa una labor muy importante dentro de las actividades de aprovechamiento, teniendo en cuenta que permite reducir los impactos en la vegetación remanente del sitio a intervenir. Los aspectos a contemplar son: calidad de la copa de los árboles, evaluación de fuste, impacto mínimo sobre la vegetación, vientos, obstáculos en la dirección de caída y en el suelo, ruta de escape segura del trabajador forestal o motosierrista y sentido de la extracción de las vías de desemboque (MinAmbiente & OIMT, 2002).

Preparación de los árboles a talar

Los árboles deben ser sometidos a labores de preparación, realizando las siguientes actividades: Limpiar el fuste del árbol de lianas, limpiar la base del fuste de vegetación arbustiva que puedan dificultar las labores y tránsito de los trabajadores, limpiar el fuste de termitas o de nidos de otros insectos, que en el momento de la tala puedan perturbar al motosierrista, colocar las herramientas de trabajo en sentido opuesto a la caída del árbol, constatar que la dirección de caída es la apropiada y que no existen riesgos de accidente y definir las rutas o caminos de escape (MinAmbiente & OIMT, 2002).

Apeo de los árboles

Es una actividad de mucha importancia en el aprovechamiento forestal, teniendo incidencia directa en la seguridad de los trabajadores, impacto sobre la vegetación remanente, la calidad del fuste y la eficiencia.
El corte de caída: se debe cumplir con que la muesca o boca debe estar orientada hacia la dirección de caída, debe tener forma de v, con un corte horizontal a 90° y otro inclinado de aproximadamente 45°. Debe tener un corte de caída o abatimiento, realizando horizontalmente y localizado en la parte posterior de la muesca (MinAmbiente & OIMT, 2002).

Descope

El descope consiste en separar la copa del fuste del árbol, donde se debe valorar hasta que parte del fuste, incluyendo la sección ramificada puede ser aprovechada. Las ramas grandes y gruesas se cortan en dos o más partes, iniciando desde la parte externa del follaje hacia el interior del fuste. El motosierrista debe estar siempre ubicado en lugar seguro y a una distancia apropiada, para evitar que en el momento de descope (MinAmbiente & OIMT, 2002).

Trozado

Se debe seccionar el árbol, teniendo en cuenta directrices como: se mide y se marcan sobre el fuste cada una de las longitudes deseadas, se despeja cada uno de los sitios de corte para facilitar el trabajo y evitar accidentes, se utilizan cuñas para evitar el atasque de la espada de la motosierra o para que gire el fuste hacia un lado (MinAmbiente & OIMT, 2002).

Reducción de desperdicios

La reducción de los desperdicios es la meta y principal preocupación que se debe tener en las actividades de tala y troceo de los árboles, ya que los errores que se cometan en estas actividades pueden generar pérdidas apreciables en volúmenes y pérdidas económicas (MinAmbiente & OIMT, 2002).

24. IMPACTOS AMBIENTALES

Para la **identificación, evaluación, clasificación y jerarquización de los efectos ambientales** del Aprovechamiento forestal se utilizó la metodología de Conesa simplificado.
Los criterios utilizados por el método Conesa para la evaluación de los impactos ambientales se presentan a continuación:

- **Signo +/- :** Hace alusión al carácter benéfico (+) o perjudicial (-) de las distintas acciones que van a actuar sobre los distintos factores considerados

- **Intensidad IN:** Grado de incidencia de la acción sobre el factor en el ámbito específico en el que actúa. Varía entre 1 y 12, siendo 12 la expresión de la destrucción total del factor en el área en la que se produce el efecto y 1 una mínimo afectación.

- **Extensión EX:** Área de influencia teórica del impacto en relación con el entorno de la actividad (% de área, respecto al entorno, en que se manifiesta el efecto). Si la acción produce un efecto muy localizado, se considera que el impacto tiene un carácter puntual (1). Si, por el contrario, el impacto no admite una ubicación precisa del entorno de la

actividad, teniendo una influencia generalizada en todo él, el impacto será Total (8). Cuando el efecto se produce en un lugar crítico, se le atribuirá un valor de cuatro unidades por encima del que le correspondía en función del % de extensión en que se manifiesta.

- **Momento MO:** Alude al tiempo entre la aparición de la acción que produce el impacto y el comienzo de las afectaciones sobre el factor considerado. Si el tiempo transcurrido es nulo, el momento será Inmediato, y si es inferior a un año, Corto plazo, asignándole en ambos casos un valor de cuatro (4). Si es un período de tiempo mayor a cinco años, Largo Plazo (1).

- **Persistencia PE:** Tiempo que supuestamente permanecerá el efecto desde su aparición y, a partir del cual el factor afectado retornaría a las condiciones iniciales previas a la acción por los medios naturales o mediante la introducción de medidas correctoras.

- **Reversibilidad RV:** Se refiere a la posibilidad de reconstrucción del factor afectado, es decir, la posibilidad de retornar a las condiciones iniciales previas a la acción, por medios naturales, una vez aquella deje de actuar sobre el medio.

- **Recuperabilidad MC:** Se refiere a la posibilidad de reconstrucción, total o parcial, del factor afectado, es decir, la posibilidad de retornar a las condiciones iniciales previas a la acción, por medio de la intervención humana (o sea mediante la implementación de medidas de manejo ambiental). Cuando el efecto es irrecuperable (alteración imposible de reparar, tanto por la acción natural, como por la humana) le asignamos el valor de ocho (8). En caso de ser irrecuperable, pero existe la posibilidad de introducir medidas compensatorias, el valor adoptado será cuatro (4).

- **Sinergia SI:** Este atributo contempla el reforzamiento de dos o más efectos simples. La componente total de la manifestación de los efectos simples, provocados por acciones que actúan simultáneamente, es superior a la que cabría de esperar cuando las acciones que las provocan actúan de manera independiente, no simultánea.

- **Acumulación AC:** Este atributo da idea del incremento progresivo de la manifestación del efecto cuando persiste de forma continuada o reiterada la acción que lo genera. Cuando una acción no produce efectos acumulativos (acumulación simple), el efecto se valora como uno (1); si el efecto producido es acumulativo el valor se incrementa a cuatro (4).

- **Efecto EF:** Este atributo se refiere a la relación causa-efecto, o sea, a la forma de manifestación del efecto sobre un factor, como consecuencia de una acción. Puede ser directo o primario, siendo en este caso la repercusión de la acción consecuencia directa de ésta, o indirecto o secundario, cuando la manifestación no es consecuencia directa de la acción, sino que tiene lugar a partir de un efecto primario, actuando este como una acción de segundo orden.

- **Periodicidad PR:** Se refiere a la regularidad de manifestación del efecto, bien sea de manera cíclica o recurrente (efecto periódico), de forma impredecible en el tiempo (efecto irregular) o constante en el tiempo (efecto continuo).

La importancia del impacto ambiental. Cada uno de los criterios se evalúa y se califica de acuerdo con los rangos que se establecen en la Tabla 9 y luego se obtiene la importancia (I) de las consecuencias ambientales del impacto, aplicando el siguiente algoritmo.
Ecuación (3).

$$I= (3IN+2EX+MO+PE+RV+SI+AC+EF+PR+MC),$$

Donde:

IN = Intensidad	EX = Extensión
MO = Momento	PE = Persistencia
RV = Reversibilidad	SI = Sinergia
AC = Acumulación	EF = Efecto
PR = Periodicidad	MC = Recuperabilidad

Tabla 11. Rangos para el cálculo de la importancia ambiental del método Conesa

CRITERIO/RANGO	Calif.	CRITERIO/RANGO	Calif.
NATURALEZA		**INTENSIDAD (IN)** (Grado de destrucción)	
Impacto benéfico	+	Baja	1
Impacto perjudica	-	Media	2
		Alta	4
		Muy alta	8
		Total	12
EXTENSIÓN (EX)		**MOMENTO (MO)** (Plazo de manifestación)	
Puntual	1	Largo plazo	1
Parcial	2	Medio Plazo	2
Extensa	4	Inmediato	4
Total	8	Crítico	(+4)
Crítica	(+4)		
PERSISTENCIA (PE) Fugaz		**REVERSIBILIDAD (RV)**	
Temporal	1	Corto plazo	1
Permanente	2	Medio plazo	2
	4	Irreversible	4
SINERGIA (SI)		**ACUMULACIÓN (AC)** (Incremento progresivo)	
Sin sinergismo (simple)	1	Simple	1
Sinérgico	2	Acumulativo	4
Muy sinérgico	4		
EFECTO (EF)		**PERIODICIDAD (PR)**	
Indirecto (secundario)	1	Irregular o aperiódico o discontinuo	1
Directo	4	Periódico	2
		Continuo	4
RECUPERABILIDAD (MC)			
Recuperable inmediato	1	**IMPORTANCIA (I)**	
Recuperable a medio plazo	2		
Mitigable o compensable	4	I= (3IN+2EX+MO+PE+RV+SI+AC+EF+PR+MC)	
Irrecuperable	8		

De acuerdo con los valores asignados a cada criterio, la importancia del impacto puede variar entre 13 y 100 unidades que de acuerdo con el reglamento de EIA (Estudio de Impacto Ambiental), establece la siguiente significancia:

- *Inferiores a 25 son irrelevantes o compatibles con el ambiente*
- *Entre 25 y 50 son impactos moderados.*
- *Entre 50 y 75 son severos.*
- *Superiores a 75 son críticos.*

24.1 EVALUACIÓN E INTERPRETACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES FÍSICO-BIÓTICO

La describe la matriz cualitativa de impactos ambientales del Plan de Aprovechamiento, esta enfrenta las actividades a ejecutarse en el Plan con su impacto (+) ó (-) frente al componente físico, biótico y socioeconómico.

Tabla 12. Matriz cualitativa de impactos ambientales

Actividad	Ambiente Físico									Ambiente Biótico			Ambiente Socioeconómico	
	Aire		Ruido		Paisaje		Suelo		Aguas	Flora	Fauna		Empleo	Calidad de vida
	Material particulado	Gases	Ruido y vibraciones	Aceleraciones	Cobertura Vegetal	Calidad paisajística	Pérdida de suelo	Calidad del suelo	Calidad agua superficiales	Composición y riqueza	Composición y riqueza	Hábitat	Empleo e ingresos familiares	Calidad de vida y
Preparación y tumba de arboles	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)			(-)	(-)	(-)	(-)	(+)	(-)
Descope			(-)	(-)	(-)	(-)			(-)		(-)	(-)	(+)	
Trozado			(-)	(-)		(-)			(-)			(-)	(+)	
Arrastre de material vegetal			(-)			(-)		(-)				(-)	(+)	
Transporte			(-)	(-)	(-)				(-)				(+)	(-)

En la Tabla 12 se muestra el matriz resumen de la evaluación, valoración y determinación del impacto ambiental mediante la metodología Conesa reducida aplicada a este Plan de Aprovechamiento.

Tabla 13. Matriz resumen. Resultado de evaluación, valoración y determinación del impacto ambiental

Impacto	Nat.	(In)	(Ex)	(Mo)	(Pe)	(Re)	(Si)	(Ac)	(Ef)	(Pr)	(Mc)	(I)	Impacto
Empleo e ingresos familiares	(+)	1	2	4	2	1	1	1	1	1	2	20	Irrelevante
Deterioro calidad del agua	(-)	1	2	4	2	1	2	1	1	1	2	21	Irrelevante
Contaminación de suelos	(-)	1	2	4	2	2	2	1	4	1	2	25	Moderado
Impactó en la fauna	(-)	1	1	4	4	2	1	1	4	1	4	26	Moderado
Reducción de la capa vegetal	(-)	5	2	4	4	2	2	1	4	1	4	41	Moderado
Contaminación del aire	(-)	4	4	8	2	2	2	1	4	1	2	42	Moderado
Deterioro del paisaje	(-)	9	2	4	2	2	2	1	4	4	2	52	severo
Pérdida de calidad de vida	(-)	10	4	6	4	2	2	4	4	4	4	68	severo

Medio Físico

Agua

Con motivo de la tala, descope, trozado y transporte se pueden producir pequeños derrames de combustible y aceites provenientes de la motosierra y camiones, que eventualmente podrían estar llegando alguna fuente hídrica mediante escorrentía por una lluvia eventual.

El impacto se evalúa como negativo irrelevante, de nivel bajo, probable, reversible, temporario y de corto plazo de manifestación.

Aire

Calidad del aire

Se producirá un aumento de los niveles de partículas en suspensión debido al uso de la motosierra, al arrastre de material vegetal y por la presencia del camión de trasporte.

Asimismo, la generación de gases de combustión de la motosierra y vehículos modificarán la calidad del aire.
El impacto se califica como negativo moderado, de nivel bajo, cierto, reversible, temporario y de corto plazo de manifestación.

Olores.

Son los producidos por la combustión de motores de máquinas, vehículos y el material vegetal resultante de la tala.
Se califica al impacto como negativo moderado, de nivel bajo, cierto, reversible, temporario y de corto plazo de manifestación.

Nivel sonoro

Durante la ejecución de los trabajos se producirán ruidos originados por el movimiento del camión recolector de desechos, la motosierra, la caída y arrastre de los árboles, entre otras actividades de los operarios.
El problema se producirá durante el transcurso de toda la obra, en áreas operativa.
El impacto será negativo, de nivel medio, cierto, reversible, temporario y de manifestación inmediata.

Suelos.

Con motivo de la tala, descope, trozado y transporte se pueden producir pequeños derrames de combustible y aceites provenientes de la motosierra y camiones, que eventualmente podrían estar llegando al suelo, deteriorando su calidad.

Se deberá tener especial cuidado en los impactos que pueden originar en los obradores en la generación de residuos sólidos y líquidos que pueden impactar sobre la calidad de los suelos.
El impacto se evalúa como negativo moderado, de nivel medio, probable, reversible, temporario y de corto plazo de manifestación.

Medio Biológico

Flora

La actividad de tala de árboles genera perdida de la composición vegetal de los barrios donde se ejecutará el proyecto. Se producirá una modificación permanente de la cubierta vegetal.
Se deberá controlar que la limpieza superficial a realizar para ejecutar las obras sea la estrictamente necesaria, con el fin de evitar la degradación de la flora.
El impacto se califica como negativo moderado, de nivel medio, cierto, no reversible, permanente y de manifestación inmediata.

Fauna

Los trabajos de limpieza y desmonte en la preparación de los árboles producirán un impacto directo sobre la fauna local principalmente en las aves y la micro fauna que habita en los árboles. El trabajo de la motosierra la circulación de camiones genera un incremento del nivel sonoro que afectará a las poblaciones de aves que se encuentren en ese momento en la zona en forma transitoria.

La tala de árboles reduce el hábitat de la fauna presente, principalmente las aves, afectando sus rutinas diarias de búsqueda de alimento.
Se considera este impacto como negativo, de nivel bajo, improbable, reversible, temporario y de corto plazo de manifestación.

Medio Perceptivo

Paisaje

Durante la etapa de ejecución de las obras se producirá una modificación del paisaje debido a la perdida de cobertura vegetal en la zona de aprovechamiento, percibiéndose un paisaje menos agradable.
El acopio de materiales por el apeo, derrame, trozado, residuos vegetales, el estacionamiento de vehículos pesados y la mayor cantidad personas en la zona de obras, generan un impacto negativo en el paisaje.
El impacto se califica como negativo severo, de media intensidad, aparece de inmediato, temporario porque se puede compensar a largo plazo con la siembra de nuevos árboles, reversible y cierto.

Ambiente Socioeconómico.

Empleo e ingresos familiares.

Para la ejecución de las actividades del Plan de Aprovechamiento se dispondrá de mano de obra de la zona de influencia del proyecto, esto se considera como un impacto positivo pero irrelevante ya que el número de la población beneficiada es muy poca y por un corto tiempo.
El impacto se calificó como positivo irrelevante, cierto, aparece de inmediato y temporario.

Calidad de vida bienestar

La calidad de vida de una zona urbana y rural depende en gran parte de la calidad y el mantenimiento de los espacios verdes y la cobertura vegetal boscosa.
La ejecución del plan de aprovechamiento generará un deterioro en la calidad de vida y bienestar de la población principalmente la que habita en los en la zona de influencia del proyecto y transeúntes de la vía ya que la remoción de árboles disminuirá:

La regulación del microclima: los árboles contribuyen a la formación de microclimas urbanos placenteros. Disminuyen los niveles de anhídrido carbónico (CO_2), monóxido de carbono (CO) y anhídrido sulfuroso (SO_2), las cuales son responsables de la formación de calina y brumo en las zonas urbanas.

La regulación de la calidad del aire: los árboles contribuyen a refrescar y limpiar el aire. La ingeniería del paisaje, mediante plantaciones estratégicas, puede conservar la energía y mantener un ambiente confortable sin aire acondicionado. Funcionan como amortiguadores de luz, contaminación, vistas y olores desagradables

La regulación de ruido: los árboles funcionan como barreras protectoras, atenuantes y dispersoras de ruidos provenientes del parque automotor.

La regulación del incremento de la biodiversidad: Mediante redes de zonas verdes se mejora la conservación de la vida y la biodiversidad; los cinturones verdes y las avenidas verdes pueden servir como corredores biológicos.

La pérdida de árboles para la zona de intervención ocasionara impactos negativos en la belleza, utilidad, placer y servicio que ofrecen los árboles, Salud, estética, recreación, educación y privacidad se consideran los principales beneficios sociales de los árboles urbanos.

El impacto se califica como negativo severo, cierto, de media intensidad, aparece de inmediato, temporario porque se puede compensar a largo plazo con la siembra de nuevos árboles, reversible.

25. CONSIDERACIONES SOCIALES

La ejecución de las actividades del Plan de aprovechamiento se realizará por una cuadrilla de tala que estará compuesta por 1 motosierrista, 3 operarios auxiliares y 1 conductor, estos se encargaran de realizar las actividades antes descritas. Generando de esta forma 5 empleos directos por dos meses.

26. CONSIDERACIONES AMBIENTALES

Debido que las acciones de aprovechamiento forestal tienen un mayor impacto negativo en el suelo y la cobertura vegetal asociada a fuentes o cuerpos de agua, se debe mitigar dicho impacto mediante las siguientes consideraciones ambientales:
No dejar mucho tiempo el suelo descubierto lo cual lo deja expuesto a procesos erosivos, los caminos de extracción de madera deben ser apenas los necesarios ya que la densidad de caminos acelera la erosión del suelo, incrementa la sedimentación en los cursos de agua y aumenta innecesariamente el coste de la construcción y mantenimiento de los caminos forestales, así como del transporte.

Compensar el número de árboles talados mediante el plan de compensación que la Corporación CVS establecerá en la resolución del respectivo permiso de aprovechamiento. La compensación forestal debe tener énfasis en la protección y siembra de especies nativas de importancia ecológica. Para este caso se debe analizar la degradación de algunos ecosistemas y la presencia de fauna y flora, así como también las especies estratégicas en la conservación y desarrollo de bosques nativos alrededor de la zona de intervención del proyecto.

Se deberá efectuar la recolección de especies de plantas que sean importantes en los bosques de la zona de influencia del proyecto, para realizar posteriores siembras de estos árboles, en zonas como rondas hídricas, zonas erosionadas, con el fin de restaurar estas zonas y tenerlas como áreas de protección ambiental.

Manejo de residuos sólidos. La producción de residuos no es significativa debido a qué: Los residuos sólidos domésticos se generan principalmente dentro del área de aprovechamiento se encuentran papeles, enlatados, envases de vidrio y plástico, empaques de comida y demás residuos utilizados por la manutención de los operarios de la extracción. Para el manejo de estos se dispondrán de puntos ecológicos que tienen 3 canecas en las que se depositaron los residuos, para evitar la presencia de plagas y enfermedades y posteriormente llevados a una planta de reciclaje para que sean reintroducidos en la cadena productiva. Esto para el caso del papel, plástico, cartón, vidrio.

Los productos ocasionados por el troceado y descope se deben mantener dentro del sitio de aprovechamiento y serán picados y esparcidos en la superficie del suelo forestal para acelerar su descomposición biológica y para que sirvan de abono para las futuras plántulas, no se permitió por ninguna razón la quema de estos residuos. O disponer de estos luego

de ser picados a los sitios asignados para por la autoridad ambiental del municipio de Montería la disposición de los residuos vegetales.

Los desperdicios generados producto de la maquinaria utilizada en el aprovechamiento forestal tales como aceites, combustibles y demás utilizados en su mantenimiento, se recolectarán y se adecuara un sitio. Este sitio debe ser un punto ecológico en el cual se depositen estos residuos, por lo que se requiere de un tanque de almacenamiento de estos productos con el fin de poderlos disponer de una forma segura para los operarios y para el medio ambiente.

Cumplir con lo expuesto en el Plan de Aprovechamiento, la falta de planes adecuados de aprovechamiento puede crear problemas de programación. Esto ocasiona graves trastornos e impide a los supervisores de la explotación maderera llevar a cabo las actividades de forma sistemática y organizada.

27. PLAN DE CONTINGENCIA Y MONITOREO AMBIENTAL

Las actividades relacionadas con la tala y trozado de los árboles son altamente peligrosas y de riesgo para la integridad y salud de los trabajadores forestales y el no contar con los dispositivos de seguridad puede originar consecuencias indeseables en el momento de la acción como a largo plazo.
El operador o motosierrista y sus ayudantes contaran con el siguiente equipo y vestimenta:

Casco de seguridad con visera: El casco permitirá protección para la cabeza del trabajador contra posibles materiales que puedan caer de las partes altas y la visera protege los ojos y la cara de partículas que puedan saltar en el momento de usar la motosierra en los cortes de fuste.

Protector de oídos: Evita que el trabajador con el transcurso del tiempo pierda la capacidad auditiva debido al ruido generado por la motosierra.

Guantes de protección: protegen las manos de cortaduras que se puedan originar por astillas, cortes, o por quemaduras de algunas de las partes de la motosierra.

Botas con suelas antideslizantes
De igual manera el grupo contara con un botiquín de primeros auxilios y un enfermero de tiempo completo que garantice la atención inmediata y eficiente en caso de generarse algún accidente.
A su vez se realizará previo a la tala capacitaciones de precaución para operarios y demás empleados que se encuentren en el área de influencia, teniendo en cuenta que es mejor la prevención que la atención después del evento.
Recomendaciones Para el aprovechamiento Forestal que se tendrán en cuenta.
Para dirigir esta actividad debe contarse con un Ingeniero forestal y se tendrán en cuenta las siguientes recomendaciones:

- La zona aledaña a los árboles será aislada completamente con el fin de evitar el paso de peatones. Además de lo anterior, se instalarán cintas reflectivas y será señalizado el sector, informando acerca del peligro que genera la actividad. Se solicitará en caso de ser necesario el apoyo de la autoridad civil para evitar accidentes con personas curiosas o imprudentes.
- Se verificará durante todo el proceso de corte y disposición final de los residuos producto del apeo, la aplicación de las normas ambientales, de modo que no se afecten cuerpos de agua u otros recursos naturales existentes en el entorno inmediato.

527

- Se garantizará la idoneidad de los operarios, los cuales deberán disponer de las herramientas adecuadas y los elementos de seguridad necesarios. Al subir al árbol, se recurrirá a la ayuda de escaleras o piolas y se usará el cinturón de seguridad y el casco. Para el cumplimiento de lo anteriormente expuesto, se realizarán talleres de educación y sensibilización ambiental con todo el personal relacionado con la ejecución de dichas actividades.
- El proceso de corte se comenzará por los descopes, retirando las ramas más delgadas, las cuales de ser necesario se bajarán amarradas o se dejan caer, cuidando que en la caída no se produzcan daños a cables, construcciones o cualquier otro elemento circundante. Luego se cortarán las ramas más gruesas y por último se hará el corte del tronco a ras del suelo.
- Los productos forestales obtenidos, principalmente los maderables, serán destinados al uso doméstico para el mantenimiento y construcción de infraestructuras en el predio donde se ubica el árbol, en caso de que la especie talada sea maderable o serán donados al respectivo municipio para labores sociales.
- A consideración del dueño del predio, el árbol o árboles erradicados serán reemplazados por especies aptas para la zona que cumplan con la función ecológica más recomendada para el predio, según recomendación de la autoridad ambiental competente.
- Se informará con antelación la fecha de realización de las labores indicadas a la Autoridad Ambiental, con el fin de que pueda verificar su cumplimiento.
- Para transportar los productos obtenidos con ocasión del aprovechamiento, se solicitarán los respectivos salvoconductos (Guía de Transporte Forestal), necesarios a la Autoridad Ambiental competente.

28. CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES

Tabla 14. Cronograma de actividades de aprovechamiento forestal

ACTIVIDAD	MES							
	1	2	3	4	5	6	7	8
Preparación de los árboles								
Apeo								
Descope								
Trozado								
Transporte								

29. DESTINO DE LOS PRODUCTOS OBTENIDOS

Los productos maderables que no se movilizarán se emplearán en actividades para la construcción del proyecto. Los residuos como ramas y follajes serán destinados al sitio dispuesto por las Alcaldía Municipal para residuos vegetales. Material maderable que no sea utilizado en las actividades de construcción será donado a comunidades aledañas.

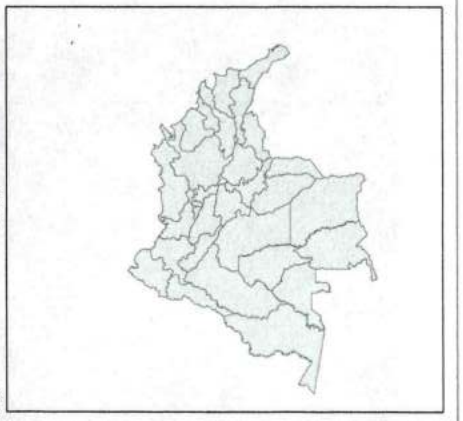
30. BIBLIOGRAFÍA

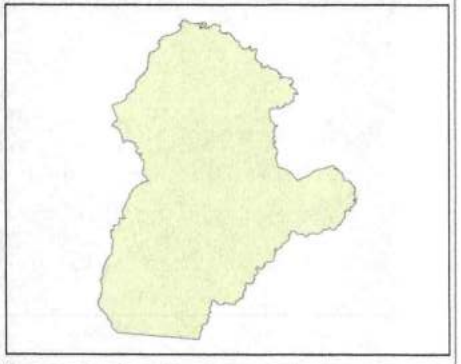
- Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas SINCHI. 2014. Libro Rojo de plantas de Colombia.
- Resolución 1912 del 2017, del Ministerio De Medio Ambiente Y Desarrollo Sostenible.
- Alcaldía municipal Montería - Córdoba. 2012 – 2015. Plan de Desarrollo Municipal Montería Córdoba.
- Plan de ordenamiento territorial municipio de Montería. Agro climatología.
- Gracia, O & Del Mar, K. (2008). Evaluación económica autopistas de la montaña: un análisis beneficio-costo. Fedesarrollo, 1-19.

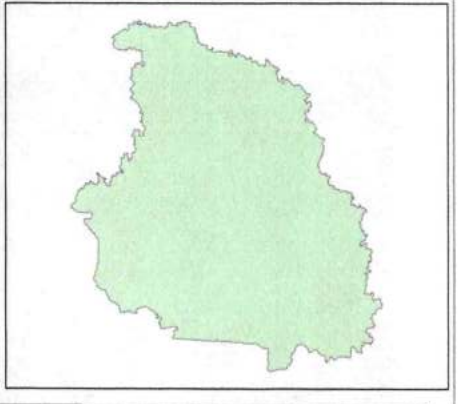
- MinAmbiente & OIMT. (2002). Guias tecnicas para la ordenacion y el manejo sostenible de los bosques naturales. Bogotá: Editorial Gente Nueva.
- Zarco, V., Valdez, J., Angeles, G., & Castillo, O. (2010). Estructura y diversidad de la vegetación arbórea del parque estatal agua blanca, Macuspana, Tabasco. Tropico humedo, 1-17.

529









Alcaldía de
MONTERÍA

PAVIMENTACION DE VIAS EN BARRIOS DE LA COMUNA 3 EN EL MUNICIPIO DE MONTERIA

CONVENCIONES

- ARBOL
- VIAS

ORIGEN

Projected Coordinate System: CTM12
Projection: Transverse_Mercator
False_Easting: 5.000.000
False_Northing: 2.000.000
Central_Meridian: -73,0000
Scale_Factor: 0,99920000
Latitude_Of_Origin: 4,00000000
Linear Unit: Mete

ELABORO: INGENIERO FORESTAL JUAN ANDRES MARTINEZ	**REVISO:** MUNICIPIO DE MONTERIA	MAPA:01 CODIGO: B1_01
FUENTE DE INFORMACION TEMATICA: EQUIPO TECNICO	FECHA: OCTUBRE 2024	FUENTE DE INFORMACION BASICA: IGAC

MAPA: MAPA DE APROVECHAMIENTO FORESTAL

ESCALA GRAFICA

0 90 180 360 540 Meters

ESCALA NUMERICA

1:6.000

NUEVA
— MONTERÍA —

NIT. 901.912.932-1

ESTUDIO DE TRANSITO

CALLE 28 A # 40 – 28 Barrio Villa Caribe
consorcionuevamonteria@gmail.com
Cel: 314 593 11 72 – 300 623 80 01

CONVIAL | MJS | Ingeniería Vial

CONSORCIO CONSULTORÍA VIAL MONTERÍA
NIT 901847594-7

ESTUDIOS Y DISEÑOS PARA LA FORMULACIÓN DE PROYECTOS DE INFRAESTRUCTURA VIAL A REALIZAR POR LA SECRETARIA DE INFRAESTRUCTURA DEL MUNICIPIO DE MONTERÍA

CONTRATO DE CONSULTORÍA No. CMA-SIM-017-2024

CONSORCIO CONSULTORÍA VIAL MONTERÍA

INFORME ESTUDIO DE TRANSITO

GRUPO PROYECTO 1B

Versión 1

NOVIEMBRE DE 2024

BOGOTÁ D.C.

Carrera 23 N° 124-87
Edificio Torre Zentai - Oficina 404 II
Bogotá - Colombia

T : +57 (1) 221 1077
M: +57 300 517 38 99
E : gerencia.convialsas@gmail.com

CONVIAL | IAS ACCREDITED STAREGISTER | MJS | Ingeniería Vial

CONSORCIO CONSULTORÍA VIAL MONTERÍA
NIT 901847594-7

CONTROL DE VERSIONES

VERSIÓN	FECHA	DESCRIPCIÓN DE MODIFICACIÓN	FOLIOS
Versión 1	Noviembre - 2024	Versión Inicial	80

ESTADO DE REVISIÓN Y APROBACIÓN

CONSORCIO CONSULTORÍA VIAL MONTERÍA		
Elaboró	**Revisó**	**Aprobó**
Ing. Jorge Antonio González Ayus	Ing. Jorge Antonio González Ayus	Ing. Manuel José Meza Soto
Especialista	Especialista	Director

SUPERVISION / INTERVENTORÍA
Revisó
Ing. Ingrid Sofia Morales Ávila
Alcaldía de Montería Gerente de Proyectos

Contenido

Introducción 7
1 Objetivos 8
1.1 Objetivo general 8
1.2 Objetivos específicos 8
2 Antecedentes 9
2.1 Localización del proyecto 9
2.2 Descripción del proyecto 9
3 Marco de referencia 11
3.1 Variable tránsito 11
3.2 Tránsito promedio diario, TPD 11
3.3 Estimación del tránsito inicial 12
3.4 Factor carril [Fca] 12
3.5 Factor dirección [Fd] 13
3.6 Modelo de repeticiones esperadas. 13
4 Metodología 15
4.1 Trabajo de campo 15
4.2 Análisis de ingeniería 15
5 Resultados 16
5.1 Ubicación de las estaciones de conteo 16
5.2 Aforos vehiculares 16
5.2.1 Barrio Buenavista 16
5.2.2 Barrios Brisas del Sinú y Santa Fe 37
5.2.3 Barrios Santander y Pastrana Borrero 62
5.2.4 Barrio La Granja 68
6 Conclusiones 79
7 Limitaciones del estudio 79
Bibliografía 80

Índice de tablas

Tabla 1. Características de la vía a pavimentar 9
Tabla 2. Estimación del factor carril 13
Tabla 3. Resumen de aforo vehicular realizado en la carrera 4 entre calles 17 y 13. 16
Tabla 4. Resumen de aforo vehicular realizado en la calle 16 entre carreras 7 y 3a. 17
Tabla 5. Resumen de aforo vehicular realizado en la calle 11 entre carreras 3 y 4. 17
Tabla 6. Resumen de aforo vehicular realizado en la carrera 4 entre calles 11 y 12. 18
Tabla 7. Composición vehicular en la carrera 4 entre calles 17 y 13. 18
Tabla 8. Composición vehicular en la calle 16 entre carreras 7 y 3a 19
Tabla 9. Composición vehicular en la calle 11 entre carreras 3 y 4 20
Tabla 10. Composición vehicular en la carrera 4 entre calles 11 y 12. 21
Tabla 11. Demanda máxima. 25
Tabla 12. Volumen horario máximo en la en la carrera 4 entre calles 17 y 13. 26
Tabla 13. Demanda máxima. 26
Tabla 14. Volumen horario máximo en la calle 16 entre carreras 7 y 3a. 27
Tabla 15. Demanda máxima. 28
Tabla 16. Volumen horario máximo en la calle 11 entre carreras 3 y 4. 29
Tabla 17. Demanda máxima. 29
Tabla 18. Volumen horario máximo en la carrera 4 entre calles 11 y 12. 30
Tabla 19. Tránsito inicial en la carrera 4 entre calles 17 y 13. 31
Tabla 20. Número de ejes equivalentes según PCA en la carrera 4 entre calles 17 y 13. 31
Tabla 21. Tránsito inicial en la calle 16 entre carreras 7 y 3a. 32
Tabla 22. Número de ejes equivalentes según PCA en la calle 16 entre carreras 7 y 3a. 33
Tabla 23. Tránsito inicial en la calle 11 entre carreras 3 y 4. 34
Tabla 24. Número de ejes equivalentes según PCA en la calle 11 entre carreras 3 y 4. 34
Tabla 25. Tránsito inicial en la carrera 4 entre calles 11 y 12 35
Tabla 26. Número de ejes equivalentes según PCA en la carrera 4 entre calles 11 y 12. 36
Tabla 27. Resumen de aforo vehicular realizado en la carrera 1d entre calles 1 y 2. 37
Tabla 28. Resumen de aforo vehicular realizado en la carrera 1e entre calles 1 y 2. 37
Tabla 29. Resumen de aforo vehicular realizado en la calle 2 entre carreras 1aA y 1e. 38
Tabla 30. Resumen de aforo vehicular realizado en la carrera 1b entre calles 2 y 3. 38
Tabla 31. Resumen de aforo vehicular realizado en la calle 3 entre carreras 1b y 1e. 39
Tabla 32. Composición vehicular en la carrera 1d entre calles 1 y 2. 39
Tabla 33. Composición vehicular en la carrera 1e entre calles 1 y 2 40
Tabla 34. Composición vehicular en la calle 2 entre carreras 1aA y 1E 41
Tabla 35. Composición vehicular en la carrera 1b entre calles 2 y 3. 42
Tabla 36. Composición vehicular en la calle 3 entre carreras 1b y 1e. 43
Tabla 37. Demanda máxima. 47
Tabla 38. Volumen horario máximo en la en la carrera 1d entre calles 1 y 2. 48
Tabla 39. Demanda máxima. 49
Tabla 40. Volumen horario máximo en la carrera 1e entre calles 1 y 2. 50

Tabla 41. Demanda máxima. 50
Tabla 42. Volumen horario máximo en la calle 2 entre carreras 1aA y 1e. 51
Tabla 43. Demanda máxima. 52
Tabla 44. Volumen horario máximo en la carrera 1b entre calles 2 y 3. 53
Tabla 45. Demanda máxima. 53
Tabla 46. Volumen horario máximo en la calle 3 entre carreras 1b y 1e. 54
Tabla 47. Tránsito inicial en la carrera 1d entre calles 1 y 2. 55
Tabla 48. Número de ejes equivalentes según PCA en la carrera 1d entre calles 1 y 2. 55
Tabla 49. Tránsito inicial en la carrera 1e entre calles 1 y 2. 56
Tabla 50. Número de ejes equivalentes según PCA en la carrera 1e entre calles 1 y 2. 57
Tabla 51. Tránsito inicial en la calle 2 entre carreras 1aA y 1e. 58
Tabla 52. Número de ejes equivalentes según PCA en la calle 11 entre carreras 3 y 4. 58
Tabla 53. Tránsito inicial en la carrera 1b entre calles 2 y 3 59
Tabla 54. Número de ejes equivalentes según PCA en la carrera 1b entre calles 2 y 3. 60
Tabla 55. Tránsito inicial en la calle 3 entre carreras 1b y 1e 61
Tabla 56. Número de ejes equivalentes según PCA en la calle 3 entre carreras 1b y 1e. 61
Tabla 57. Resumen de aforo vehicular realizado en la transversal 1ª sur entre diagonales 14 y 0sur. 62
Tabla 58. Composición vehicular en la transversal 1ª sur entre diagonales 14 y 0sur. 63
Tabla 59. Demanda máxima. 65
Tabla 60. Volumen horario máximo en la transversal 1ª sur entre diagonales 14 y 0sur. 66
Tabla 61. Tránsito inicial en la transversal 1ª sur entre diagonales 14 sur y 0sur. 66
Tabla 62. Número de ejes equivalentes según PCA en la transversal 1ª sur entre diagonales 14 sur y 0sur. 67
Tabla 63. Resumen de aforo vehicular realizado en la diagonal 21 entre transversal 5 y 1a. 68
Tabla 64. Resumen de aforo vehicular realizado en la diagonal 22 entre carrera 3 y transversal 2. 68
Tabla 65. Composición vehicular para la diagonal 21 entre transversal 5 y 1a. 69
Tabla 66. Composición vehicular en diagonal 22 entre carrera 3 y transversal 2 70
Tabla 67. Demanda máxima. 72
Tabla 68. Volumen horario máximo en la diagonal 21 entre transversal 5 y 1a 73
Tabla 69. Demanda máxima. 74
Tabla 70. Volumen horario máximo en la diagonal 22 entre carrera 3 y transversal 2. 75
Tabla 71. Tránsito inicial en la diagonal 21 entre transversal 5 y 1a. 75
Tabla 72. Número de ejes equivalentes según PCA en la diagonal 21 entre transversal 5 y 1a. 76
Tabla 73. Tránsito inicial en la diagonal 22 entre carrera 3 y transversal 2. 77
Tabla 74. Número de ejes equivalentes según PCA en la diagonal 22 entre carrera 3 y transversal 2. 77

Índice de figuras

Figura 1. Imagen satelital del sector 9
Figura 2. Movilidad y accesibilidad de un sistema vial urbano. 10
Figura 3. Categorización de camiones 11

Introducción

En el presente informe se exponen los resultados de los conteos vehiculares desarrollados en el mes de agosto del año 2024 en los tramos viales donde se proyecta la construcción de pavimento en concreto rígido de 2.90 km de vías urbanas distribuidos en seis (6) barrios de la comuna 3 en el municipio de Montería, departamento de Córdoba. Con base en la información registrada en el aforo, se elaboró la distribución porcentual de los vehículos que circularon en el periodo de observación del sitio. Seguidamente se realizó un análisis de ingeniería que arrojó el número de ejes simples equivalentes de 8.2 t en el año base y la proyección de estos en el periodo de diseño.

1 Objetivos

1.1 Objetivo general

- Determinar el número de ejes simples equivalentes de 8.2 t acumulados y el espectro de cargas para un periodo de diseño de 20 años, en los tramos viales ubicado en vías de barrios pertenecientes a la comuna 3, donde se proyecta la construcción de pavimento en concreto rígido, en el municipio de Montería, departamento de Córdoba.

1.2 Objetivos específicos

- Adelantar conteos de tránsito para definir el tránsito de diseño expresado en términos de ejes equivalentes de 8.2 ton y espectro de cargas teniendo en cuenta los pesos máximos por tipo de eje de acuerdo con Artículo 4.3.3.8. Peso bruto vehicular de la RESOLUCIÓN NÚMERO 20223040045295 de 04-08-2022 "Por medio del cual se expide la Resolución Única Compilatoria en materia de Tránsito del Ministerio de Transporte".

- Determinar la distribución porcentual de vehículos livianos y comerciales en los tramos viales ubicados en vías de barrios pertenecientes a la comuna 3.

2 Antecedentes

2.1 Localización del proyecto

El proyecto se encuentra localizado en los barrios Buenavista, Brisas del Sinú, Santa Fe, Santander, Pastrana Borrero y La Granja, pertenecientes a la comuna 3, zona urbana del municipio de Montería, Departamento de Córdoba:

Figura 1. Imagen satelital del sector



Fuente: Google (2024) Montería, Córdoba, Colombia]. Google Earth. https://www.googleearth.com.

2.2 Descripción del proyecto

El proyecto consiste en la construcción de pavimento rígido en concreto hidráulico en aproximadamente 2.90 km de vías urbanas, distribuidos en barrios de la comuna 3, como se muestra en la tabla 1. La anterior descripción se realiza con base en la información suministrada por el solicitante y la visita de campo.

Tabla 1. Características de la vía a pavimentar

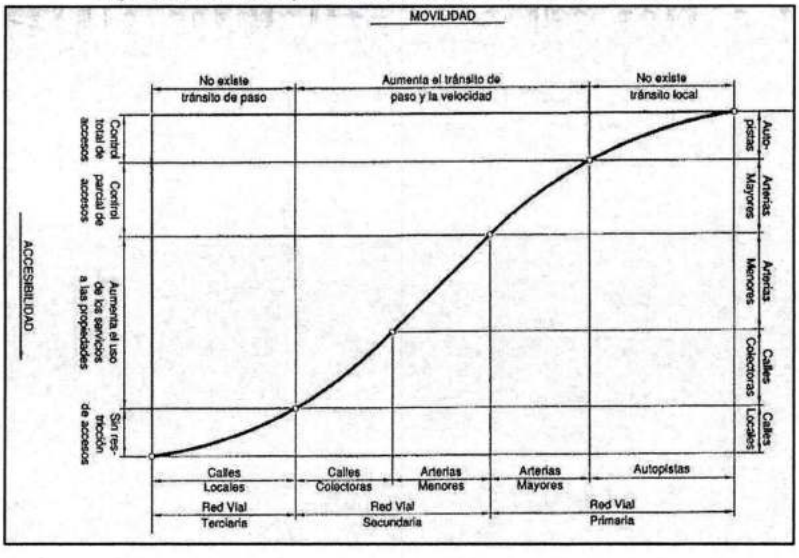
Comuna	Barrio	Longitud del tramo (km)	Dirección
3	Buenavista	0.670	Cra 4 entre las Calles 17 y 13

			Calle 16 entre las Cras 7 y 3ª
			Calle 11 entre las Cras 3 y 4
			Cra 4 entre las Calles 11 y 12
	Simón Bolívar, Brisas del Sinú y Santa Fe	0.632	Cra 1d entre las Calles 1 y 2
			Cra 1e entre las Calles 1 y 2
			Calle 2 entre las Carreras 1a y 1e
			Cra 1b entre las Calles 2 y 3
			Calle 3 entre las Cras 1b y 1e
	Santander y Pastrana Borrero	0,751	Trans 1ª Sur Dg 14 Sur y 0 Sur
	La Granja	0,853	Dg 21 entre las Trans 5 y 1ª
			Dg 22 entre las Cras 3 y Trans 2

Como característica principal se evidencia la circulación en una calzada, con un carril en cada sentido, con un ancho variable según la geometría establecida por el trazado actual. Así mismo, la vía actualmente presenta una topografía variable con pendientes entre a 1.67% y 11.4%, su estructura existente corresponde a una vía en afirmado, esta se encuentra en condiciones regulares, ya que presenta deterioro en un alto porcentaje de la longitud proyectada para la intervención.

Las vías urbanas se jerarquizan según su función en autopistas, arterias, colectoras y de servicio.

Figura 2. Movilidad y accesibilidad de un sistema vial urbano.



Fuente: Rafael Cal y Mayor R. James Cárdenas G. "Ingeniería de tránsito, fundamentos y aplicaciones". 8ª Edición.

Según la ubicación e importancia de las vías donde se va a realizar el proyecto estas se denominan vías terciarias locales.

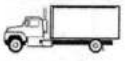
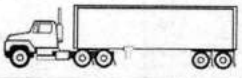
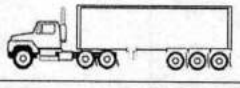
3 Marco de referencia

3.1 Variable tránsito

Una de las variables de mayor importancia en el diseño de estructuras de pavimento es el tránsito, el cual, se categoriza en vehículos livianos (autos) y vehículos comerciales (buses y camiones), siendo los vehículos comerciales los que generan los deterioros de la vida útil del pavimento durante el periodo de diseño. Por lo anteriormente expuesto se hace necesario estimar la cantidad de vehículos comerciales que transitan actualmente en la zona del proyecto, así mismo, estimar el crecimiento de la circulación de vehículos una vez el tramo vial a intervenir entre en funcionamiento y de esta manera proyectar la circulación durante el periodo de diseño de la estructura de pavimento.

Para el análisis de la variable transito se desarrollan conteos vehiculares en la zona de influencia del proyecto, para lo cual se categorizaron en autos y vehículos comerciales, a su vez estos últimos se subdividieron en buses y camiones. Para la categorización de camiones se adopta la clasificación propuesta por el INVIAS, la cual se muestra a continuación:

Figura 3. Categorización de camiones

Designación	Configuración	Descripción
2		Camión de dos ejes Camión sencillo
3		Camión de tres ejes Doble troque
3S2		Tractocamión de tres ejes con semirremolque de dos ejes
3S3		Tractocamión de tres ejes con semirremolque de tres ejes

Fuente: (INVIAS, 2008)

3.2 Tránsito promedio diario, TPD

Los conteos vehiculares se realizan durante un periodo de tiempo establecido, se registran todos los vehículos que pasan por una sección de la vía (todos los carriles y ambas direcciones), luego se saca un promedio diario, para de esta manera obtener el valor de tránsito promedio diario [TPD]. A partir de la información de los conteos se determina el porcentaje de vehículos livianos (autos) y vehículos comerciales (buses y camiones). Los conteos pueden ser semanales, mensuales e inclusive anuales, en ese caso a la sigla TPD se le incluye el subíndice "s", "m", o, "a" según sea el caso.

3.3 Estimación del tránsito inicial

El tránsito en el año cero o inicial (Ti) se estima como la suma del tránsito existente (TE), el atraído (Tat), tránsito generado (TG), el tránsito desarrollado (TD) y el crecimiento normal de tránsito (CNT)

$$T_i = TE + Tat + TG \quad (1)$$

Dónde:

TE: corresponde al TPD resultante de los aforos
Tat: tránsito atraído
TG: tránsito generado

El tránsito existente (TE) se puede determinar a partir de aforos vehiculares sobre el tramo vial a intervenir.

Para la estimación del tránsito atraído (Tat) se debe contar con un amplio conocimiento de la zona de influencia del proyecto en términos de capacidad y de volumen de las vías existentes, así mismo, de las condiciones de origen y destino, ya que la atracción o desvió de una fracción del tránsito de rutas alternas hacia el tramo vial a intervenir se dará por la mejora de las condiciones de servicio.

El crecimiento normal del tránsito es el incremento del volumen de tránsito debido al aumento normal en el uso de los vehículos.

El tránsito generado (TG) constituye los recorridos vehiculares, diferentes a los desarrollados a través del transporte público, que no se realizarían ante la intervención del tramo vial en estudio. El transito generado se puede categorizar en tránsito 1inducido, tránsito convertido y tránsito trasladado. Al tránsito generado se le asignan tasas de incremento entre el 5% y el 25% del tránsito actual, con un período de generación de uno o dos años después de que la carretera se abre al servicio.

3.4 Factor carril [Fca]

Para la caracterización de la variable transito empleada en el método de diseño de pavimento rígido propuesto por Portland Cement Association - PCA (1984) se realiza la cuantificación a través de espectros de carga o del número de ejes pesados o comerciales de determinada carga y configuración. Dentro del procedimiento que realiza para la obtención del número de ejes esperados que circulen en el carril de diseño durante el periodo de diseño se requiere el valor del factor carril [Fca], este parámetro corresponde a la distribución de camiones entre los carriles con el mismo sentido. En carreteras de dos carriles, con un carril por sentido, el valor del factor de distribución direccional es de 1, mientras que para carreteras de dos sentidos, con múltiples carriles por sentido, los valores del factor de distribución por carril (Fca) adoptados son los recomendados por la guía del National Cooperative Higway Research Program (NCHRP), y que se muestran en la tabla 2:

Tabla 2. Estimación del factor carril

Número Total de carriles en cada sentido	Factor de distribución para el carril de diseño (Fca.)
1	1.00
2	0.90
3	0.60
4 o más	0.45

Fuente: ARA, 2004

3.5 Factor dirección [Fd]

Dentro del procedimiento que realiza para la obtención del número de ejes esperados que circulen en el carril de diseño durante el periodo de diseño se requiere el valor del factor dirección [Fd], este corresponde a la distribución porcentual de los vehículos comerciales en cada sentido de circulación, obtenidos de los resultados de un conteo o por observación directa en el campo. Generalmente en el país se asume un 50% en cada sentido, sin embargo en algunos casos la distribución puede variar según las condiciones de tránsito particulares de una vía.

El uso de este factor es fundamental para la caracterización de la variable transito utilizada en el método de diseño de pavimento rígido propuesto por la PCA.

3.6 Modelo de repeticiones esperadas.

Para la estimación del volumen ya sea de vehículos o ejes que circularan por el tramo vial a intervenir durante el periodo de diseño, bastará con determinar la composición vehicular en términos porcentuales y a partir de esta determinar la fracción de cada tipo de vehículo comercial.

El número de ejes equivalentes se determina de la siguiente manera:

$$N_{ejes} = 365 * Fca * Fd * \sum (TPD_i * FEC_i) \quad (2)$$

Donde:
Fca: factor carril
Fd: factor de proyección

TPDi: Tránsito promedio diario para cada vehículo en el periodo de diseño
FECi: Factor de equivalencia de carga de cada vehículo
365: Número de días de un año

4 Metodología

Con el objeto de dar cumplimiento a los objetivos específicos planteados, el presente informe se fraccionó en tres etapas, las cuales se describen a continuación:

4.1 Trabajo de campo

Para la correcta caracterización vehicular del sitio donde se proyecta la construcción de una estructura de pavimento tipo rígido se proponen las siguientes actividades metodológicas en campo:

- Ubicación de las estaciones de conteo
- Aforos vehiculares.
- Observaciones puntuales del sitio

4.2 Análisis de ingeniería

En esta etapa se realiza la tabulación y sistematización de la información recolectada a través de los formatos de conteo. Lo anterior tiene como propósito determinar la distribución vehicular porcentual vehicular en la zona de estudio y la estimación del TPD en el periodo de observación, lo cual, se puede alcanzar mediante las siguientes actividades metodológicas:

- Construcción de la composición vehicular.
- Evaluación de la variación horaria del volumen de tránsito.
- Variación del volumen de tránsito en la hora de máxima demanda.
- Determinación de TPD en el año base
- Determinación del espectro de carga
- Evaluación del número de repeticiones de ejes simples, tándem y trídem en el carril de diseño durante el periodo de diseño.

5 Resultados

5.1 Ubicación de las estaciones de conteo

El desarrollo de la actividad de conteo vehicular se ubicó sobre las vías locales a pavimentar.

5.2 Aforos vehiculares

Para la obtención de la información requerida con el objeto de cuantificar el tránsito existente de las vías se realizaron aforos vehiculares en un periodo de tres (3) días, los cuales se desarrollaron durante los días 26, 27 y 31 de agosto del año 2024. (Ver anexo, tabla de aforos)

Los registros se desarrollaron desde las 6:00 am hasta las 6:00 pm y los volúmenes se tomaron en períodos de 15 minutos durante las horas de aforo, discriminados en autos, buses y camiones. (También se referenciaron las motos, pero no son tenidas en cuenta para el cálculo del TPDs).

5.2.1 *Barrio Buenavista*

A continuación, se muestra el resumen de los resultados en los aforos vehiculares en el barrio Buenavista sobre los tramos Cra 4 entre calles 17 y 13, calle 16 entre cra 7 y 3ª, calle 11 entre cra 3 y 4 y cra 4 entre calles 11 y 12. Anexo al presente informe se encuentra los formatos de campo diligenciados.

Tabla 3. Resumen de aforo vehicular realizado en la carrera 4 entre calles 17 y 13.

TIPO DE VEHICULO	VOLUMEN			PROMEDIO
	26/8/2024	27/8/2024	31/8/2024	
AUTOMOVIL	66	55	57	60
BUS	0	0	0	0
C2P	32	36	35	35
C2G	10	13	12	12
C-3	0	0	0	0
C2-S2	0	0	0	0
C3-S2	0	0	0	0
C3-S3	0	0	0	0
TOTAL	**108**	**104**	**104**	**107**

Luego tenemos:
TPDs= 107 veh/día.

Tabla 4. Resumen de aforo vehicular realizado en la calle 16 entre carreras 7 y 3a.

TIPO DE VEHICULO	VOLUMEN			PROMEDIO
	26/8/2024	27/8/2024	31/8/2024	
AUTOMOVIL	108	104	101	105
BUS	0	0	0	0
C2P	34	25	31	30
C2G	12	11	13	12
C-3	5	7	6	6
C2-S2	0	0	0	0
C3-S2	0	0	0	0
C3-S3	0	0	0	0
TOTAL	**159**	**147**	**151**	**153**

Luego tenemos:
TPDs= 153 veh/día.

Tabla 5. Resumen de aforo vehicular realizado en la calle 11 entre carreras 3 y 4.

TIPO DE VEHICULO	VOLUMEN			PROMEDIO
	26/8/2024	27/8/2024	31/8/2024	
AUTOMOVIL	96	93	109	100
BUS	0	0	0	0
C2P	49	46	40	45
C2G	11	9	10	10
C-3	6	7	5	6
C2-S2	0	0	0	0
C3-S2	0	0	0	0
C3-S3	0	0	0	0
TOTAL	**162**	**155**	**164**	**161**

Luego tenemos:
TPDs= 161 veh/día

Tabla 6. Resumen de aforo vehicular realizado en la carrera 4 entre calles 11 y 12.

TIPO DE VEHICULO	VOLUMEN			PROMEDIO
	26/8/2024	27/8/2024	31/8/2024	
AUTOMOVIL	62	60	57	60
BUS	0	0	0	0
C2P	27	32	44	35
C2G	11	12	12	12
C-3	0	0	0	0
C2-S2	0	0	0	0
C3-S2	0	0	0	0
C3-S3	0	0	0	0
TOTAL	**100**	**104**	**113**	**107**

Luego tenemos:
TPDs= 107 veh/día

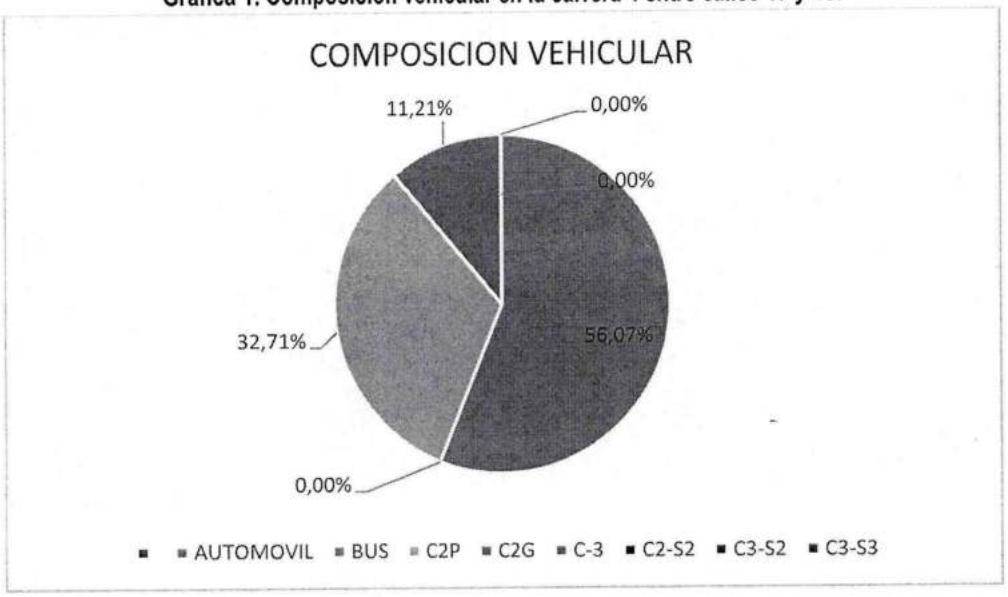
5.2.1.1 *Composición vehicular barrio Buenavista.*

La composición vehicular se utiliza para tener una estimación del tipo de vehículos que circulan en la vía en sus condiciones actuales, la cual se expresa en porcentajes. A continuación, se muestra la composición vehicular:

Tabla 7. Composición vehicular en la carrera 4 entre calles 17 y 13.

TIPO DE VEHICULO	VOLUMEN			PROMEDIO	COMPOSICION VEHICULAR
	26/8/2024	27/8/2024	31/8/2024		
AUTOMOVIL	66	55	57	60	56.07%
BUS	0	0	0	0	0.00%
C2P	32	36	35	35	32.71%
C2G	10	13	12	12	11.21%
C-3	0	0	0	0	0.00%
C2-S2	0	0	0	0	0.00%
C3-S2	0	0	0	0	0.00%
C3-S3	0	0	0	0	0.00%
TOTAL	**108**	**104**	**104**	**107**	**100%**

Gráfica 1. Composición vehicular en la carrera 4 entre calles 17 y 13.



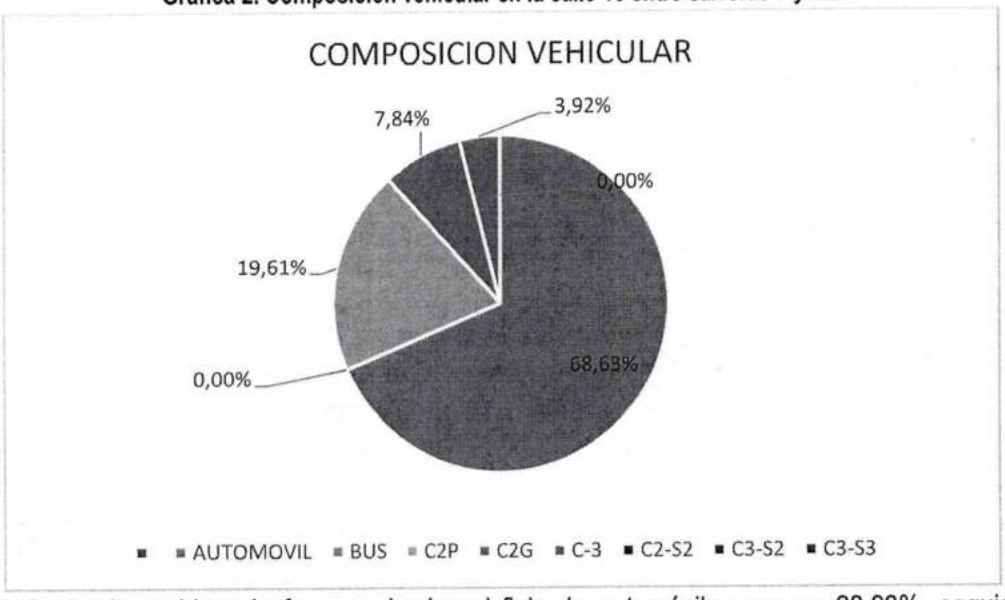
En la vía donde se hizo el aforo, predomina el flujo de automóviles con un 56.07%, seguido de camiones con un 43.93%, por otro lado, tenemos que no hay flujo de buses.

En la calle 16 entre carreras 7 y 3ª, tenemos:

Tabla 8. Composición vehicular en la calle 16 entre carreras 7 y 3a

TIPO DE VEHICULO	VOLUMEN			PROMEDIO	COMPOSICION VEHICULAR
	26/8/2024	27/8/2024	31/8/2024		
AUTOMOVIL	108	104	101	105	68.63%
BUS	0	0	0	0	0.00%
C2P	34	25	31	30	19.61%
C2G	12	11	13	12	7.84%
C-3	5	7	6	6	3.92%
C2-S2	0	0	0	0	0.00%
C3-S2	0	0	0	0	0.00%
C3-S3	0	0	0	0	0.00%
TOTAL	**159**	**147**	**151**	**153**	**100%**

Gráfica 2. Composición vehicular en la calle 16 entre carreras 7 y 3a.



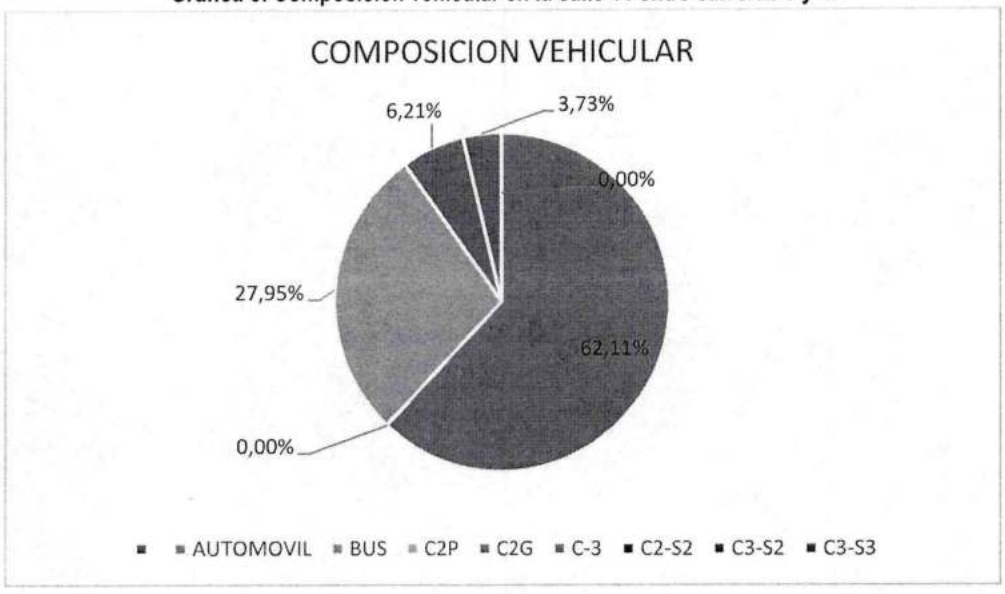
En la vía donde se hizo el aforo, predomina el flujo de automóviles con un 68.63%, seguido de vehículos camiones con un 31.37%, por otro lado, tenemos que no hay flujo de buses.

En la calle 11 entre carreras 3 y 4, tenemos:

Tabla 9. Composición vehicular en la calle 11 entre carreras 3 y 4

TIPO DE VEHICULO	VOLUMEN			PROMEDIO	COMPOSICION VEHICULAR
	26/8/2024	27/8/2024	31/8/2024		
AUTOMOVIL	96	93	109	100	62.11%
BUS	0	0	0	0	0.00%
C2P	49	46	40	45	27.95%
C2G	11	9	10	10	6.21%
C-3	6	7	5	6	3.73%
C2-S2	0	0	0	0	0.00%
C3-S2	0	0	0	0	0.00%
C3-S3	0	0	0	0	0.00%
TOTAL	**162**	**155**	**164**	**161**	**100%**

Gráfica 3. Composición vehicular en la calle 11 entre carreras 3 y 4.



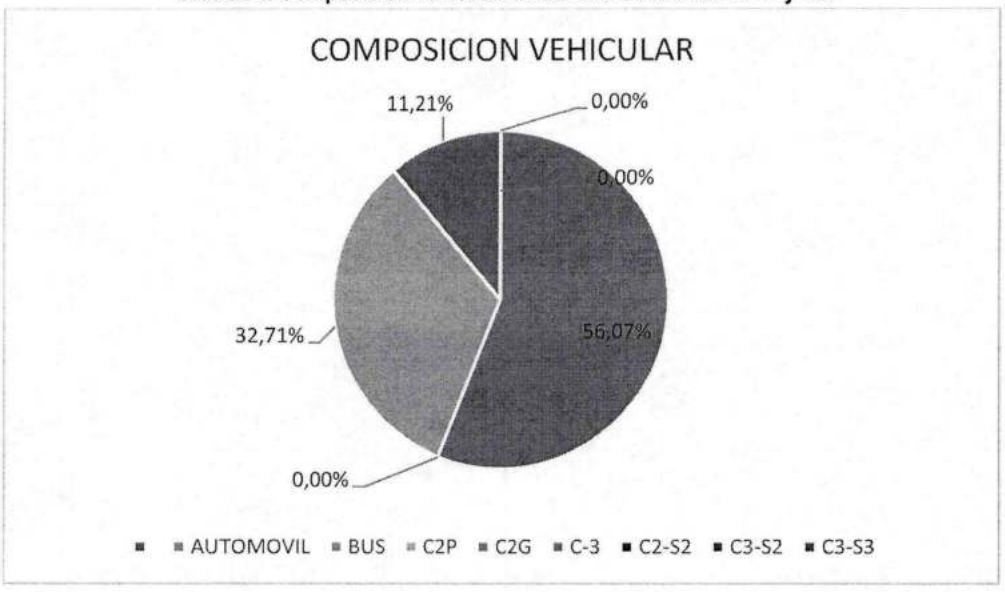
En la vía donde se hizo el aforo, predomina el flujo de automóviles con un 62.11%, seguido de vehículos camiones con un 37.89%, por otro lado, tenemos que no hay flujo de buses.

En la carrera 4 entre calles 11 y 12, tenemos:

Tabla 10. Composición vehicular en la carrera 4 entre calles 11 y 12.

TIPO DE VEHICULO	VOLUMEN			PROMEDIO	COMPOSICION VEHICULAR
	26/8/2024	27/8/2024	31/8/2024		
AUTOMOVIL	62	60	57	60	56.07%
BUS	0	0	0	0	0.00%
C2P	27	32	44	35	32.71%
C2G	11	12	12	12	11.21%
C-3	0	0	0	0	0.00%
C2-S2	0	0	0	0	0.00%
C3-S2	0	0	0	0	0.00%
C3-S3	0	0	0	0	0.00%
TOTAL	**100**	**104**	**113**	**107**	**100%**

Gráfica 4. Composición vehicular en carrera 4 entre calles 11 y 12.



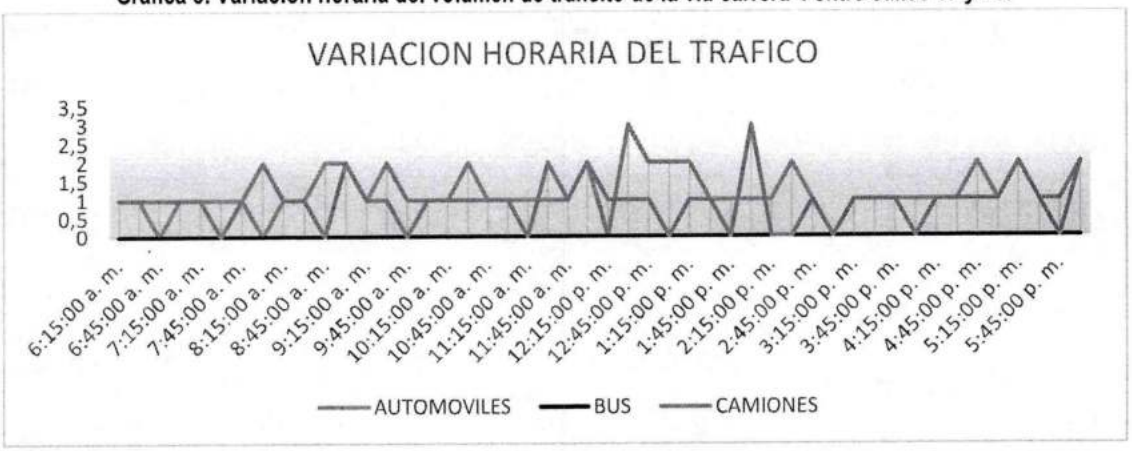
En la vía donde se hizo el aforo, predomina el flujo de automóviles con un 56.07%, seguido de vehículos camiones con un 43.93%, por otro lado, tenemos que no hay flujo de buses

5.2.1.2 *Variación horaria del volumen de tránsito en el barrio Buenavista.*

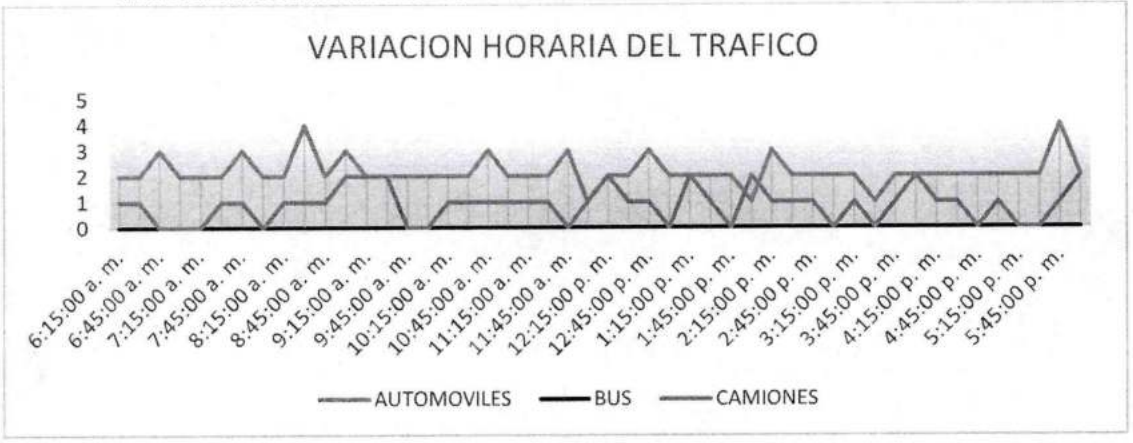
Las variaciones horarias de los volúmenes de tránsito a lo largo de las horas del día dependen del tipo de ruta y de las actividades que prevalezcan en ella. En zonas urbanas, para el caso de intersecciones, se acostumbra a tomar los datos de columnas de tránsito según sus movimientos direccionales.

Según los aforos vehiculares, en la carrera 4 entre calles 17 y 13, al igual que en la calle 16 entre carreras 7 y 3ª, el día de mayor flujo vehicular fue el 26 de agosto, por otra parte, en la calle 11 entre carreras 3 y 4 y en la carrera 4 entre calles 11 y 12, el día de mayor flujo vehicular fue el 31 de agosto, a continuación, se muestra la variación vehicular promedio de cada tramo vial:

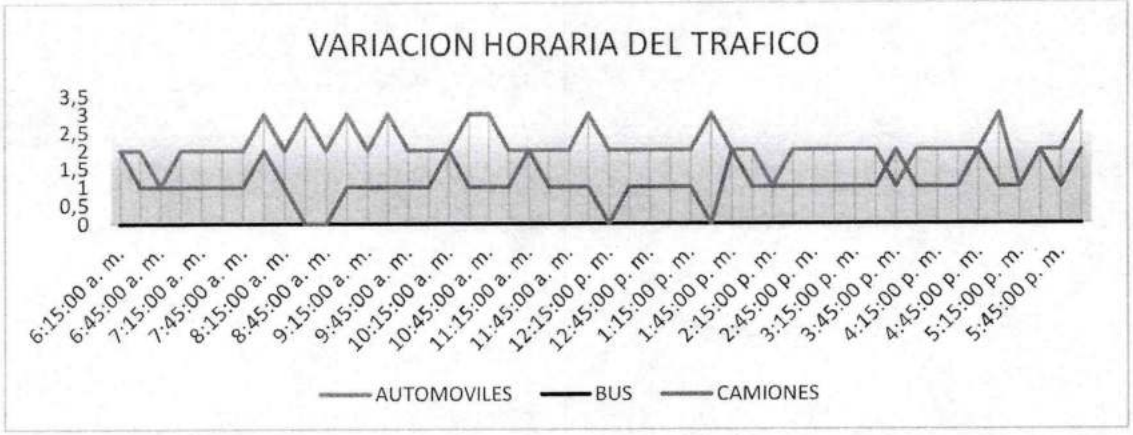
Gráfica 5. Variación horaria del volumen de tránsito de la vía carrera 4 entre calles 17 y 13.



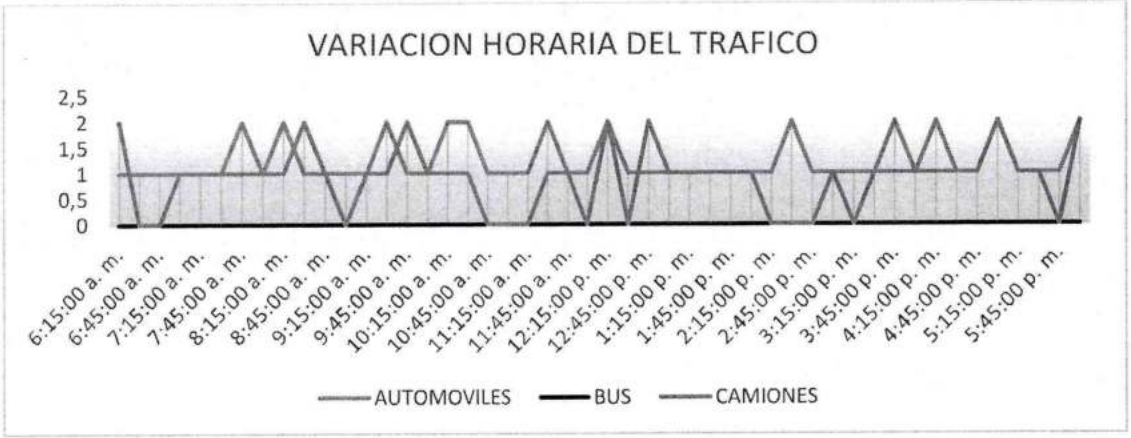
Gráfica 6. Variación horaria del volumen de tránsito de la vía calle 16 entre carreras 7 y 3a.



Gráfica 7. Variación horaria del volumen de tránsito de la vía calle 11 entre carreras 3 y 4.



Gráfica 8. Variación horaria del volumen de tránsito de la vía carrera 4 entre calles 11 y 12.



Las variaciones horarias muestran que, durante el día, los vehículos que más circulan son los camiones y automóviles, por lo tanto, los diseños geométricos deben estar acordes con el vehículo de diseño, en este caso los ya mencionados.

5.2.1.3 *Variación del volumen de tránsito en la hora de máxima demanda del barrio Buenavista.*

En zonas urbanas, la variación de los volúmenes de tránsito dentro de una misma hora de demanda, para una calle o intersección específica, puede llegar a ser repetitiva y consistente durante varios días de la semana. Sin embargo, puede ser bastante diferente de un tipo de calle o intersección a otro, para el mismo periodo máximo.

Un volumen horario de máxima demanda, a menos que tenga una distribución uniforme, no necesariamente significa que se conserve la misma frecuencia del flujo durante toda la hora. Esto significa que existen periodos cortos dentro de la hora con tasas de flujo muchos mayores a las de la hora máxima.

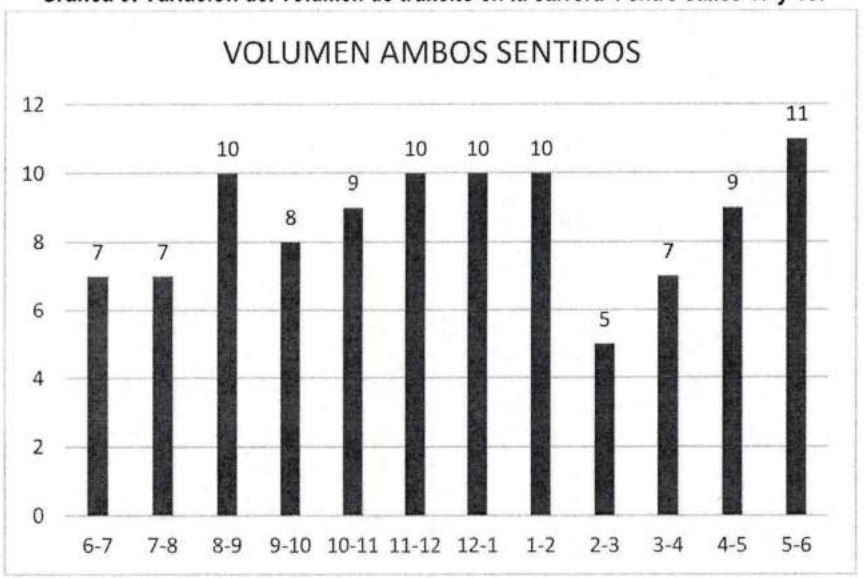
Matemáticamente esto se expresa como:

$$FHMD = \frac{VHMD}{N(Q_{máx})} \quad (3)$$

Dónde,
FHMD: Factor de la hora de máxima demanda.
VHMD: Volumen horario de máxima demanda.
Qmáx: Volumen máximo.
N: Número de periodos durante la hora de máxima demanda.

Los valores estimados de hora pico, volumen de hora pico y factor de hora pico, se muestran a continuación por cada grupo trabajado.

Gráfica 9. Variación del volumen de tránsito en la carrera 4 entre calles 17 y 13.



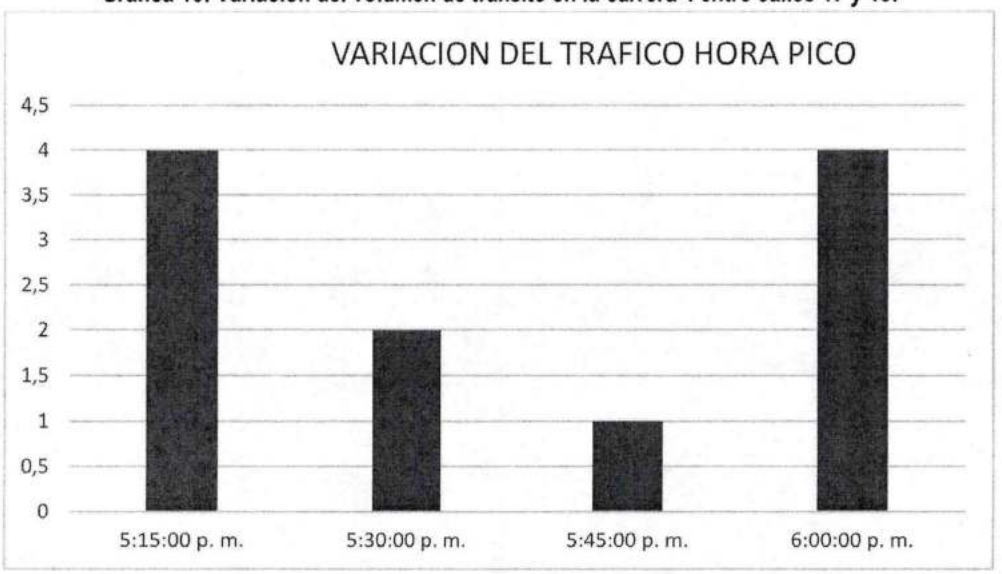
Luego tenemos que la hora de máxima demanda (hora pico) fue de 05:00 pm – 06:00 pm y su volumen horario es:

Tabla 11. Demanda máxima.

VHMD	11veh/hr
HORA	5-6

A continuación, se presenta la variación de la intensidad del flujo vehicular en la hora pico:

Gráfica 10. Variación del volumen de tránsito en la carrera 4 entre calles 17 y 13.



Luego tenemos que los volúmenes de máxima intensidad en periodos de 15 minutos son:

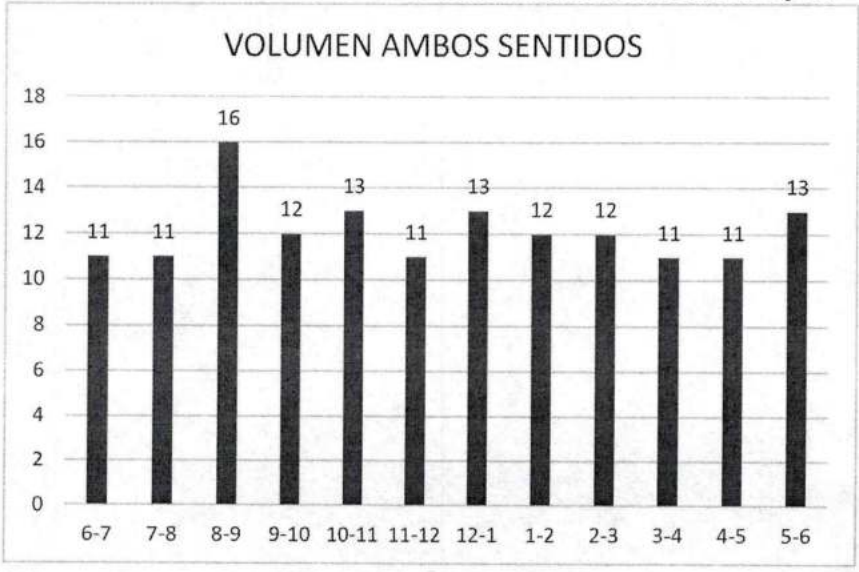
Tabla 12. Volumen horario máximo en la en la carrera 4 entre calles 17 y 13.

HORA	VOLUMEN
17:15:00	4
17:30:00	2
17:45:00	1
18:00:00	4

Por lo cual tenemos que el factor de máxima demanda (hora pico) es de 0.92 valores que indican que existen variaciones considerables del volumen de vehículos cada ¼ de hora.

En la calle 16 entre carreras 7 y 3ª, tenemos:

Gráfica 11. Variación del volumen de tránsito en la calle 16 entre carreras 7 y 3a.



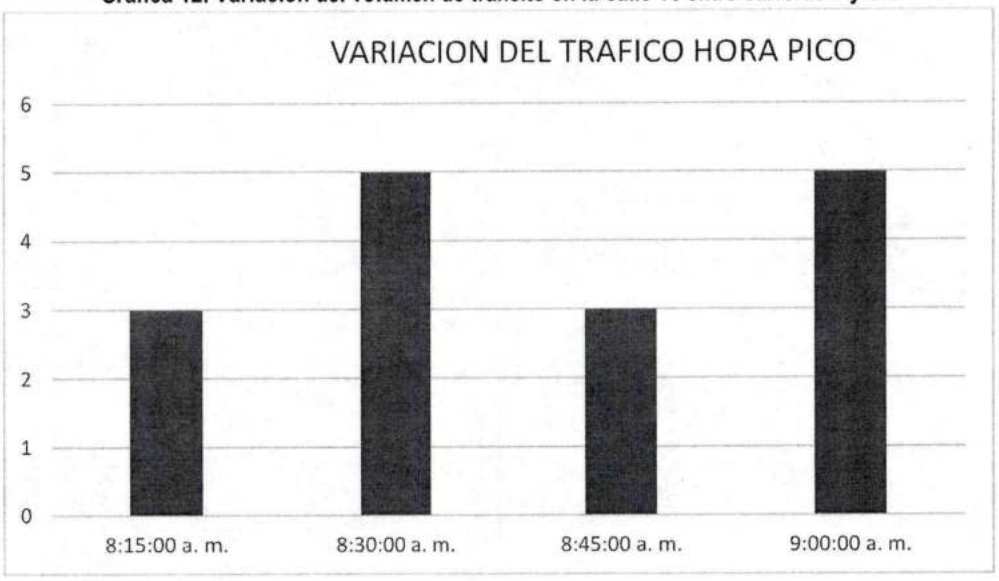
Luego tenemos que la hora de máxima demanda (hora pico) fue de 08:00 am – 09:00 am y su volumen horario es:

Tabla 13. Demanda máxima.

VHMD	16veh/hr
HORA	8-9

A continuación, se presenta la variación de la intensidad del flujo vehicular en la hora pico:

Gráfica 12. Variación del volumen de tránsito en la calle 16 entre carreras 7 y 3a.



Luego tenemos que los volúmenes de máxima intensidad en periodos de 15 minutos son:

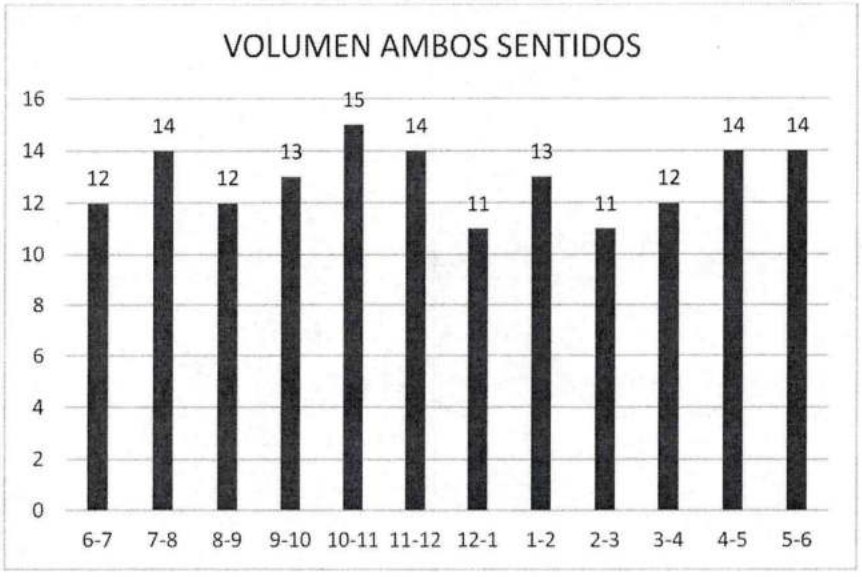
Tabla 14. Volumen horario máximo en la calle 16 entre carreras 7 y 3a.

HORA	VOLUMEN
08:15:00	3
08:30:00	5
08:45:00	3
09:00:00	5

Por lo cual tenemos que el factor de máxima demanda (hora pico) es de 1.33 valores que indican que no existen variaciones considerables del volumen de vehículos cada ¼ de hora.

En la calle 11 entre carreras 3 y 4, tenemos:

Gráfica 13. Variación del volumen de tránsito en la calle 11 entre carreras 3 y 4.



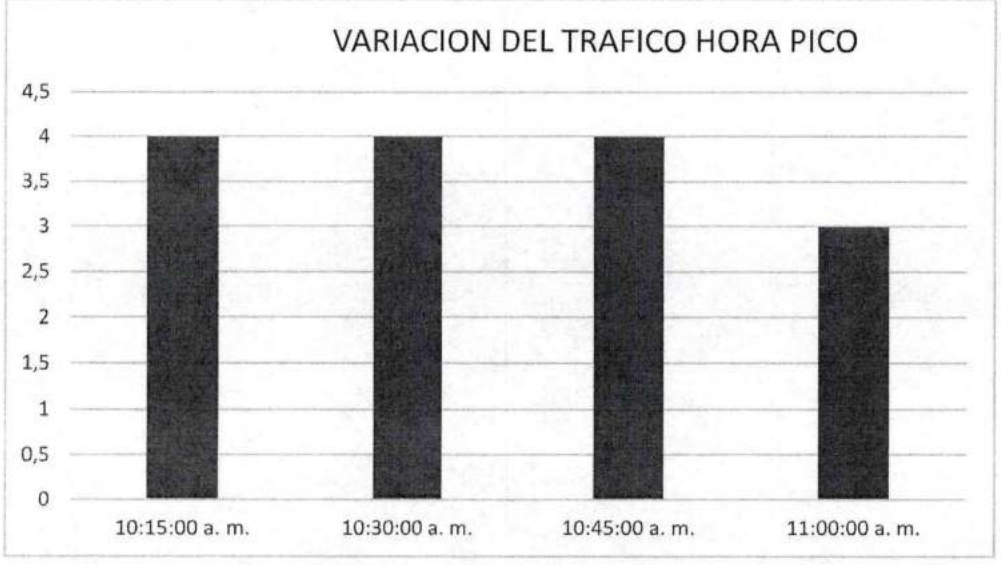
Luego tenemos que la hora de máxima demanda (hora pico) fue de 10:00 am – 11:00 am y su volumen horario es:

Tabla 15. Demanda máxima.

VHMD	15veh/hr
HORA	10-11

A continuación, se presenta la variación de la intensidad del flujo vehicular en la hora pico:

Gráfica 14. Variación del volumen de tránsito en la calle 11 entre carreras 3 y 4.



Luego tenemos que los volúmenes de máxima intensidad en periodos de 15 minutos son:

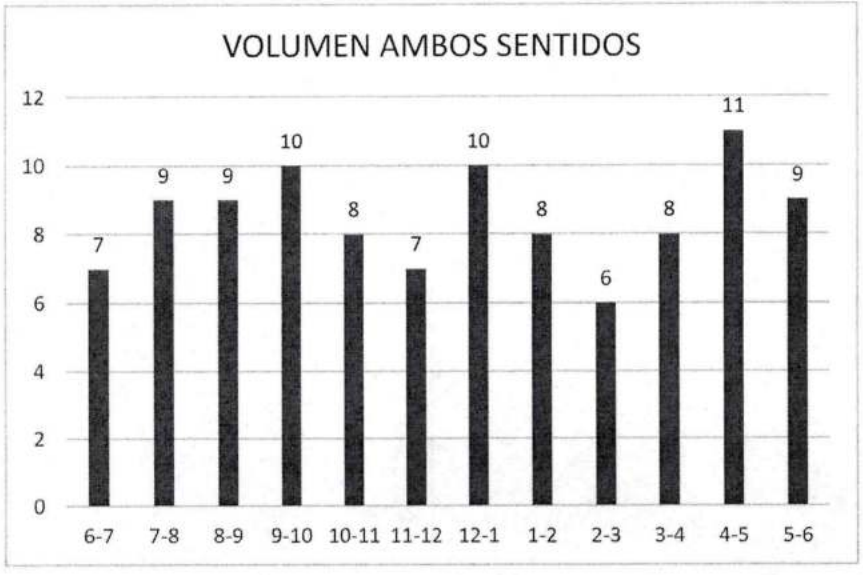
Tabla 16. Volumen horario máximo en la calle 11 entre carreras 3 y 4.

HORA	VOLUMEN
10:15:00	4
10:30:00	4
10:45:00	4
11:00:00	3

Por lo cual tenemos que el factor de máxima demanda (hora pico) es de 1.25, valores que indican que no existen variaciones considerables del volumen de vehículos cada ¼ de hora.

En la carrera 4 entre calles 11 y 12, tenemos:

Gráfica 15. Variación del volumen de tránsito en la carrera 4 entre calles 11 y 12.



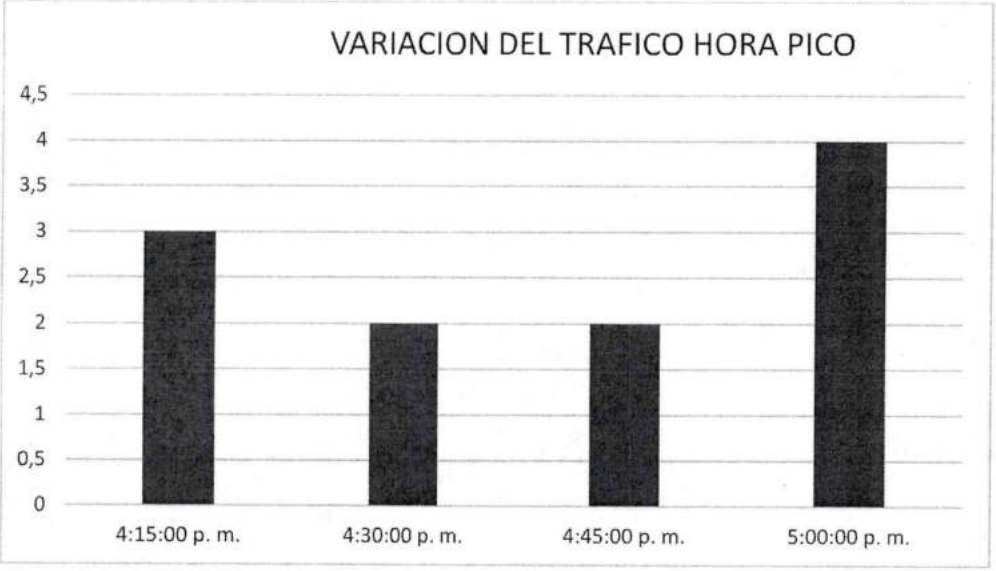
Luego tenemos que la hora de máxima demanda (hora pico) fue de 04:00 pm – 05:00 pm y su volumen horario es:

Tabla 17. Demanda máxima.

VHMD	11veh/hr
HORA	4-5

A continuación, se presenta la variación de la intensidad del flujo vehicular en la hora pico:

Gráfica 16. Variación del volumen de tránsito en la carrera 4 entre calles 11 y 12.



Luego tenemos que los volúmenes de máxima intensidad en periodos de 15 minutos son:

Tabla 18. Volumen horario máximo en la carrera 4 entre calles 11 y 12.

HORA	VOLUMEN
16:15:00	3
16:30:00	2
16:45:00	2
17:00:00	4

Por lo cual tenemos que el factor de máxima demanda (hora pico) es de 0.92 valores que indican que existen variaciones considerables del volumen de vehículos cada ¼ de hora

5.2.1.4 *Determinación del número de ejes equivalentes de 8.2 t en el periodo de diseño para el barrio Buenavista*

Para la estimación del tránsito en el año base se consideró la cercanía del tramo vial a intervenir con vías existentes, se evidenció que la vía donde se proyecta la intervención colinda con una vía principal (carrera 3), con base en esto se asume un porcentaje medio de tránsito atraído, por lo cual, se establece que una vez la vía sea pavimentada es del 23% del tránsito existente. Así mismo, se establece que el transito generado es del 20% del tránsito existente, debido a las mismas razones del tránsito atraído.

A continuación, se muestra el valor del tránsito inicial de la vía:

Tabla 19. Tránsito inicial en la carrera 4 entre calles 17 y 13.

Aforo Cra 4 Clls 17 y 13				
objeto	**TPDS**	**T_{at}**	**TG**	**T_i**
Transito	107	25	21	153
T_i año base				**153**

A partir de las características de la vía, la cual presenta dos (2) carriles, uno (1) en cada dirección, se determinó el factor carril de 100%. El índice de crecimiento [i] fue de 4.0% anual. El porcentaje de vehículos comerciales corresponde a 43.93%. El periodo de diseño para la intervención proyectada se consideró de 20 años.

La evaluación de la variable transito se determinó a partir de ecuación 2.

A continuación, se muestra los resultados del número de ejes simples equivalentes de 8.2 t en el periodo de diseño usando el método PCA.

Tabla 20. Número de ejes equivalentes según PCA en la carrera 4 entre calles 17 y 13.

Tránsito promedio diario [TPD]	153
Factor dirección [Fd]	0.5
Factor carril [Fca]	1.0
Tasa de crecimiento (%)	4.0
Periodo de diseño	20

$$TPD = TPD\ anterior * (1 + r)$$

AÑO	TPD
2024	153
2025	159
2026	165
2027	172
2028	179
2029	186
2030	194
2031	201
2032	209
2033	218
2034	226
2035	236
2036	245
2037	255
2038	265
2039	276
2040	287
2041	298
2042	310
2043	322
2044	335
TPD futuro	**4738**

CALCULO DE EJES EQUIVALENTES EN EL PERIODO DE DISEÑO				
Vehículos	%	Cantidad	Factor Daño	Ejes equivalentes de 8.2 ton
Autos	56.07	2657	0	543,771
C2P	32.71	1550	0.41	
C2G	11.21	531	4.40	
C3	0.00	0	8.77	
C2S3	0.00	0	13.84	
C3S3	0.00	0	11.83	

ESPECTRO DE CARGAS							
Vehículo	Eje Simple Rueda Simple		Eje Simple Rueda Doble		Eje Tándem		Eje Trídem
	3.1	6	6.6	11	21	22	24
C2P	282,856		282,856				
C2G		96,937		96,937			
C3		0				0	
C2S3		0			0		
C3S3		0				0	0
TOTAL	282,856	96,937	282,856	96,937	0	0	0

Número de vehículos en el periodo de diseño	
Vehículo	Cantidad
C2P	282856
C2G	96937
C3	0
C2S3	0
C3S3	0

En la calle 16 entre carreras 7 y 3a, el tránsito inicial de la vía fue:

Tabla 21. Tránsito inicial en la calle 16 entre carreras 7 y 3a.

Aforo Cll 16 Cras 7 y 3A				
objeto	TPDS	T_{at}	TG	T_i
Transito	153	35	31	219
T_i año base				**219**

A partir de las características de la vía, la cual presenta dos (2) carriles, uno (1) en cada dirección, se determinó el factor carril de 100%. El índice de crecimiento [i] fue de 4.0% anual. El porcentaje de vehículos comerciales corresponde a 31.37%. El periodo de diseño para la intervención proyectada se consideró de 20 años.

La evaluación de la variable transito se determinó a partir de ecuación 2.

A continuación, se muestra los resultados del número de ejes simples equivalentes de 8.2 t en el periodo de diseño usando el método PCA.

Tabla 22. Número de ejes equivalentes según PCA en la calle 16 entre carreras 7 y 3a.

Tránsito promedio diario [TPD]	219
Factor dirección [Fd]	0.5
Factor carril [Fca]	1.0
Tasa de crecimiento (%)	4.0
Periodo de diseño	20

$$TPD = TPD\ anterior * (1 + r)$$

AÑO	TPD
2024	219
2025	228
2026	237
2027	246
2028	256
2029	266
2030	277
2031	288
2032	300
2033	312
2034	324
2035	337
2036	351
2037	365
2038	379
2039	394
2040	410
2041	427
2042	444
2043	461
2044	480
TPD futuro	**6782**

CALCULO DE EJES EQUIVALENTES EN EL PERIODO DE DISEÑO				
Vehículos	%	Cantidad	Factor Daño	Ejes equivalentes de 8.2 ton
Autos	68.63	4655	0	953,258
C2P	19.61	1330	0.41	
C2G	7.84	532	4.40	
C3	3.92	266	8.77	
C2S3	0.00	0	13.84	
C3S3	0.00	0	11.83	

ESPECTRO DE CARGAS							
Vehículo	Eje Simple Rueda Simple		Eje Simple Rueda Doble		Eje Tándem		Eje Trídem
	3.1	6	6.6	11	21	22	24
C2P	242,725		242,725				
C2G		97,041		97,041			
C3		48,520				48,520	
C2S3		0			0		
C3S3		0				0	0
TOTAL	242,725	145,561	242,725	97,041	0	48,520	0

Número de vehículos en el periodo de diseño	
Vehículo	Cantidad
C2P	242725
C2G	97041
C3	48520
C2S3	0
C3S3	0

En la calle 11 entre carreras 3 y 4, el tránsito inicial de la vía fue:

Tabla 23. Tránsito inicial en la calle 11 entre carreras 3 y 4.

Aforo Cll 11 Cras 3 y 4				
objeto	**TPDS**	**T_{at}**	**TG**	**T_i**
Transito	161	37	32	230
T_i año base				**230**

A partir de las características de la vía, la cual presenta dos (2) carriles, uno (1) en cada dirección, se determinó el factor carril de 100%. El índice de crecimiento [i] fue de 4.0% anual. El porcentaje de vehículos comerciales corresponde a 37.89%. El periodo de diseño para la intervención proyectada se consideró de 20 años.

La evaluación de la variable transito se determinó a partir de ecuación 2.

A continuación, se muestra los resultados del número de ejes simples equivalentes de 8.2 t en el periodo de diseño usando el método PCA.

Tabla 24. Número de ejes equivalentes según PCA en la calle 11 entre carreras 3 y 4.

Tránsito promedio diario [TPD]	230
Factor dirección [Fd]	0.5
Factor carril [Fca]	1.0
Tasa de crecimiento (%)	4.0
Periodo de diseño	20

$$TPD = TPD\ anterior * (1 + r)$$

AÑO	TPD
2024	230
2025	239
2026	249
2027	259
2028	269
2029	280
2030	291
2031	303
2032	315
2033	327
2034	340
2035	354
2036	368
2037	383
2038	398
2039	414
2040	431
2041	448
2042	466
2043	485
2044	504
TPD futuro	**7123**

CALCULO DE EJES EQUIVALENTES EN EL PERIODO DE DISEÑO				
Vehículos	%	Cantidad	Factor Daño	Ejes equivalentes de 8.2 ton
Autos	62.11	4424	0	931,215
C2P	27.95	1991	0.41	
C2G	6.21	442	4.40	
C3	3.73	266	8.77	
C2S3	0.00	0	13.84	
C3S3	0.00	0	11.83	

ESPECTRO DE CARGAS							
Vehículo	Eje Simple Rueda Simple		Eje Simple Rueda Doble		Eje Tándem		Eje Trídem
	3.1	6	6.6	11	21	22	24
C2P	363,331		363,331				
C2G		80,726		80,726			
C3		48,487				48,487	
C2S3		0			0		
C3S3		0				0	0
TOTAL	363,331	129,213	363,331	80,726	0	48,487	0

Número de vehículos en el periodo de diseño	
Vehículo	Cantidad
C2P	363331
C2G	80726
C3	48487
C2S3	0
C3S3	0

En la carrera 4 entre calles 11 y 12, el tránsito inicial de la vía fue:

Tabla 25. Tránsito inicial en la carrera 4 entre calles 11 y 12

Aforo Cra 4 Clls 11 y 12				
objeto	TPDS	T_{at}	TG	T_i
Transito	107	25	21	153
T_i año base				**153**

A partir de las características de la vía, la cual presenta dos (2) carriles, uno (1) en cada dirección, se determinó el factor carril de 100%. El índice de crecimiento [i] fue de 4.0% anual. El porcentaje de vehículos comerciales corresponde a 43.93%. El periodo de diseño para la intervención proyectada se consideró de 20 años.

La evaluación de la variable transito se determinó a partir de ecuación 2.

A continuación, se muestra los resultados del número de ejes simples equivalentes de 8.2 t en el periodo de diseño usando el método PCA.

Tabla 26. Número de ejes equivalentes según PCA en la carrera 4 entre calles 11 y 12

Tránsito promedio diario [TPD]	153
Factor dirección [Fd]	0.5
Factor carril [Fca]	1.0
Tasa de crecimiento (%)	4.0
Periodo de diseño	20

$$TPD = TPD\ anterior * (1 + r)$$

AÑO	TPD
2024	153
2025	159
2026	165
2027	172
2028	179
2029	186
2030	194
2031	201
2032	209
2033	218
2034	226
2035	236
2036	245
2037	255
2038	265
2039	276
2040	287
2041	298
2042	310
2043	322
2044	335
TPD futuro	**4738**

CALCULO DE EJES EQUIVALENTES EN EL PERIODO DE DISEÑO

Vehículos	%	Cantidad	Factor Daño	Ejes equivalentes de 8.2 ton
Autos	56.07	2657	0	
C2P	32.71	1550	0.41	
C2G	11.21	531	4.40	543,771
C3	0.00	0	8.77	
C2S3	0.00	0	13.84	
C3S3	0.00	0	11.83	

ESPECTRO DE CARGAS

Vehículo	Eje Simple Rueda Simple		Eje Simple Rueda Doble		Eje Tándem		Eje Trídem
	3.1	6	6.6	11	21	22	24
C2P	282,856		282,856				
C2G		96,937		96,937			
C3		0				0	
C2S3		0			0		
C3S3		0				0	0
TOTAL	282,856	96,937	282,856	96,937	0	0	0

Número de vehículos en el periodo de diseño

Vehículo	Cantidad
C2P	282856
C2G	96937
C3	0
C2S3	0
C3S3	0

5.2.2 *Barrios Brisas del Sinú y Santa Fe*

A continuación, se muestra el resumen de los resultados en los aforos vehiculares en los barrios Brisas del Sinú y Santa Fe, sobre los tramos cra 1d entre calles 1 y 2, cra 1e entre calles 1 y 2, calle 2 entre cras 1aA y 1e, cra 1b entre calles 2 y 3 y en la calle 3 entre cras 1b y 1e. Anexo al presente informe se encuentra los formatos de campo diligenciados.

Tabla 27. Resumen de aforo vehicular realizado en la carrera 1d entre calles 1 y 2.

TIPO DE VEHICULO	VOLUMEN			PROMEDIO
	26/8/2024	27/8/2024	31/8/2024	
AUTOMOVIL	16	17	12	15
BUS	0	0	0	0
C2P	4	5	3	4
C2G	4	7	6	6
C-3	0	0	0	0
C2-S2	0	0	0	0
C3-S2	0	0	0	0
C3-S3	0	0	0	0
TOTAL	**24**	**29**	**21**	**25**

Luego tenemos:
TPDs= 25 veh/día.

Tabla 28. Resumen de aforo vehicular realizado en la carrera 1e entre calles 1 y 2.

TIPO DE VEHICULO	VOLUMEN			PROMEDIO
	26/8/2024	27/8/2024	31/8/2024	
AUTOMOVIL	16	16	13	15
BUS	0	0	0	0
C2P	3	4	4	4
C2G	5	9	6	7
C-3	0	0	0	0
C2-S2	0	0	0	0
C3-S2	0	0	0	0
C3-S3	0	0	0	0
TOTAL	**24**	**29**	**23**	**26**

Luego tenemos:
TPDs= 26 veh/día.

Tabla 29. Resumen de aforo vehicular realizado en la calle 2 entre carreras 1aA y 1e.

TIPO DE VEHICULO	VOLUMEN			PROMEDIO
	26/8/2024	27/8/2024	31/8/2024	
AUTOMOVIL	18	12	15	15
BUS	0	0	0	0
C2P	10	9	10	10
C2G	9	8	7	8
C-3	1	2	3	2
C2-S2	0	0	0	0
C3-S2	0	0	0	0
C3-S3	0	0	0	0
TOTAL	**38**	**31**	**35**	**35**

Luego tenemos:
TPDs= 35 veh/día

Tabla 30. Resumen de aforo vehicular realizado en la carrera 1b entre calles 2 y 3.

TIPO DE VEHICULO	VOLUMEN			PROMEDIO
	26/8/2024	27/8/2024	31/8/2024	
AUTOMOVIL	19	15	10	15
BUS	0	0	0	0
C2P	10	11	8	10
C2G	7	8	8	8
C-3	1	2	3	2
C2-S2	0	0	0	0
C3-S2	0	0	0	0
C3-S3	0	0	0	0
TOTAL	**37**	**36**	**29**	**35**

Luego tenemos:
TPDs= 35 veh/día

Tabla 31. Resumen de aforo vehicular realizado en la calle 3 entre carreras 1b y 1e

TIPO DE VEHICULO	VOLUMEN			PROMEDIO
	26/8/2024	27/8/2024	31/8/2024	
AUTOMOVIL	15	14	15	15
BUS	0	0	0	0
C2P	11	9	9	10
C2G	8	7	9	8
C-3	2	1	1	2
C2-S2	0	0	0	0
C3-S2	0	0	0	0
C3-S3	0	0	0	0
MOTOS	0	0	0	0
TOTAL	**36**	**31**	**34**	**35**

Luego tenemos:
TPDs= 35 veh/día

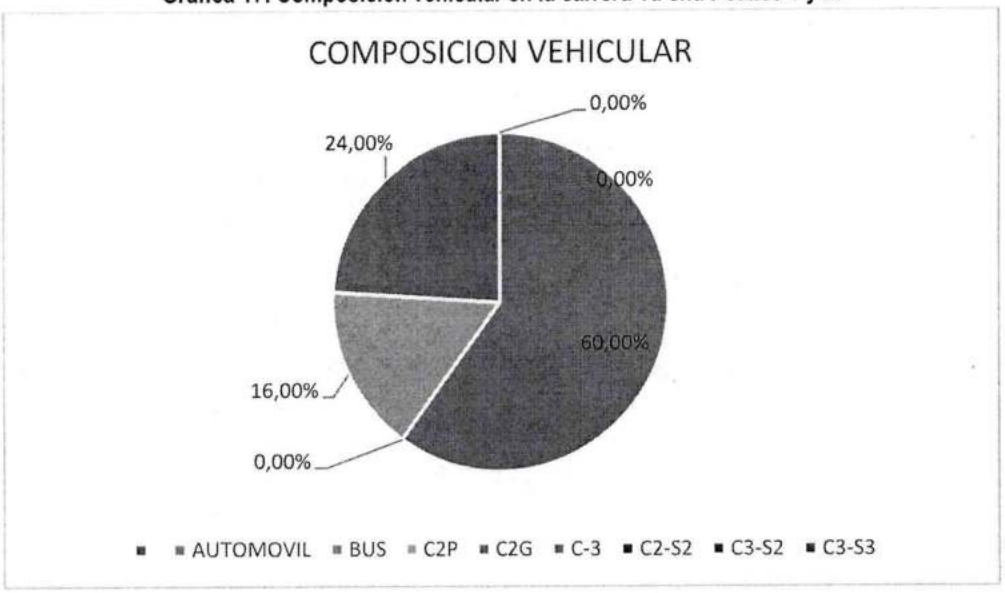
5.2.2.1 *Composición vehicular barrios Brisas del Sinú y Santa Fe.*

La composición vehicular se utiliza para tener una estimación del tipo de vehículos que circulan en la vía en sus condiciones actuales, la cual se expresa en porcentajes. A continuación, se muestra la composición vehicular:

Tabla 32. Composición vehicular en la carrera 1d entre calles 1 y 2.

TIPO DE VEHICULO	VOLUMEN			PROMEDIO	COMPOSICION VEHICULAR
	26/8/2024	27/8/2024	31/8/2024		
AUTOMOVIL	16	17	12	15	60.00%
BUS	0	0	0	0	0.00%
C2P	4	5	3	4	16.00%
C2G	4	7	6	6	24.00%
C-3	0	0	0	0	0.00%
C2-S2	0	0	0	0	0.00%
C3-S2	0	0	0	0	0.00%
C3-S3	0	0	0	0	0.00%
TOTAL	**24**	**29**	**21**	**25**	**100%**

Gráfica 17. Composición vehicular en la carrera 1d entre calles 1 y 2.



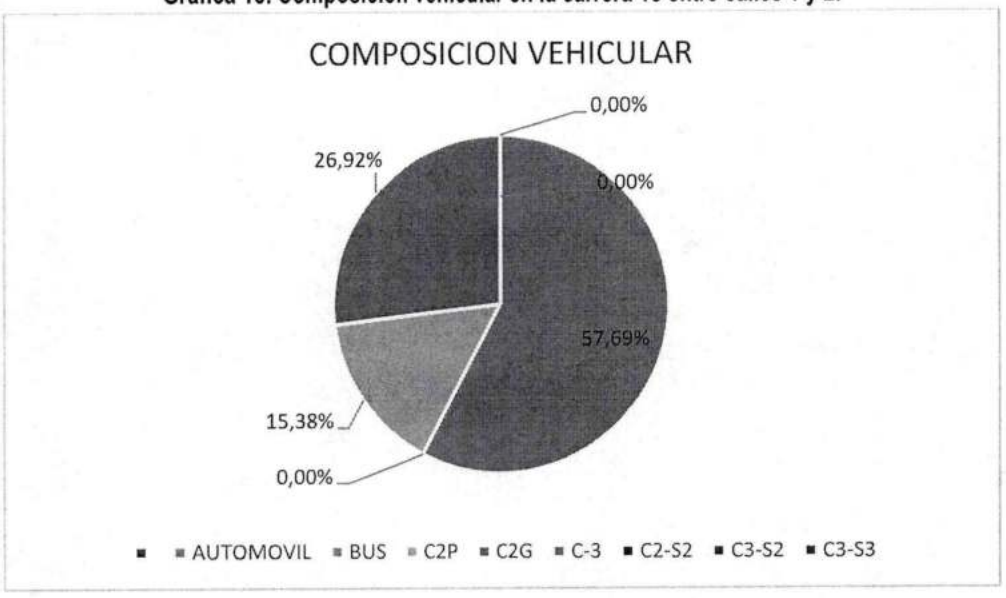
En la vía donde se hizo el aforo, predomina el flujo de automóviles con un 60.00%, seguido de camiones con un 40.00%, por otro lado, tenemos que no hay flujo de buses.

En la carrera 1e entre calles 1 y 2:

Tabla 33. Composición vehicular en la carrera 1e entre calles 1 y 2

TIPO DE VEHICULO	VOLUMEN			PROMEDIO	COMPOSICION VEHICULAR
	26/8/2024	27/8/2024	31/8/2024		
AUTOMOVIL	16	16	13	15	57.69%
BUS	0	0	0	0	0.00%
C2P	3	4	4	4	15.38%
C2G	5	9	6	7	26.92%
C-3	0	0	0	0	0.00%
C2-S2	0	0	0	0	0.00%
C3-S2	0	0	0	0	0.00%
C3-S3	0	0	0	0	0.00%
TOTAL	**24**	**29**	**23**	**26**	**100%**

Gráfica 18. Composición vehicular en la carrera 1e entre calles 1 y 2.



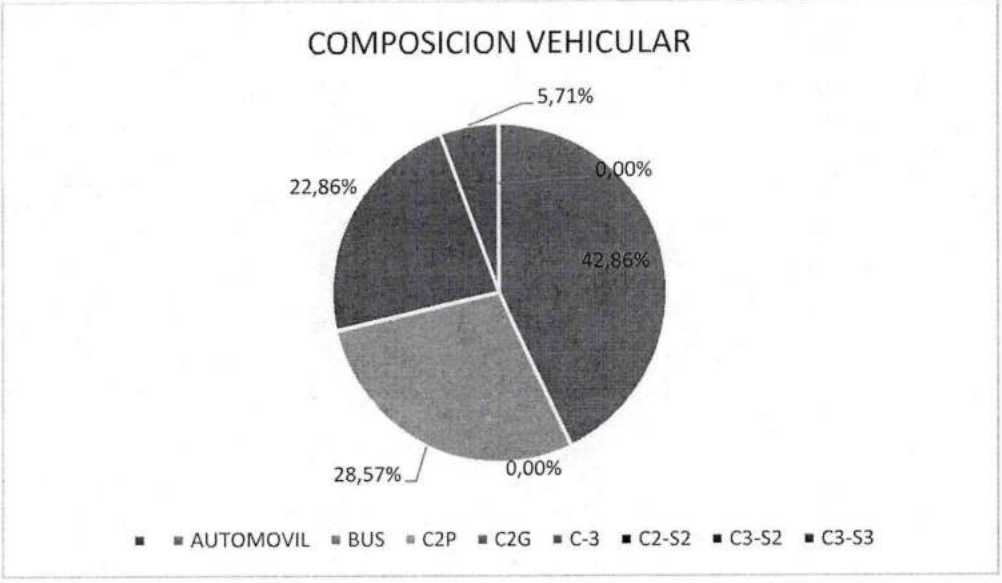
En la vía donde se hizo el aforo, predomina el flujo de automóviles con un 57.69%, seguido de vehículos camiones con un 42.31%, por otro lado, tenemos que no hay flujo de buses.

En la calle 2 entre carreras 1aA y 1e, tenemos:

Tabla 34. Composición vehicular en la calle 2 entre carreras 1aA y 1E

TIPO DE VEHICULO	VOLUMEN			PROMEDIO	COMPOSICION VEHICULAR
	26/8/2024	27/8/2024	31/8/2024		
AUTOMOVIL	18	12	15	15	42.86%
BUS	0	0	0	0	0.00%
C2P	10	9	10	10	28.57%
C2G	9	8	7	8	22.86%
C-3	1	2	3	2	5.71%
C2-S2	0	0	0	0	0.00%
C3-S2	0	0	0	0	0.00%
C3-S3	0	0	0	0	0.00%
TOTAL	**38**	**31**	**35**	**35**	**100%**

Gráfica 19. Composición vehicular en la calle 2 entre carreras 1aA y 1E.



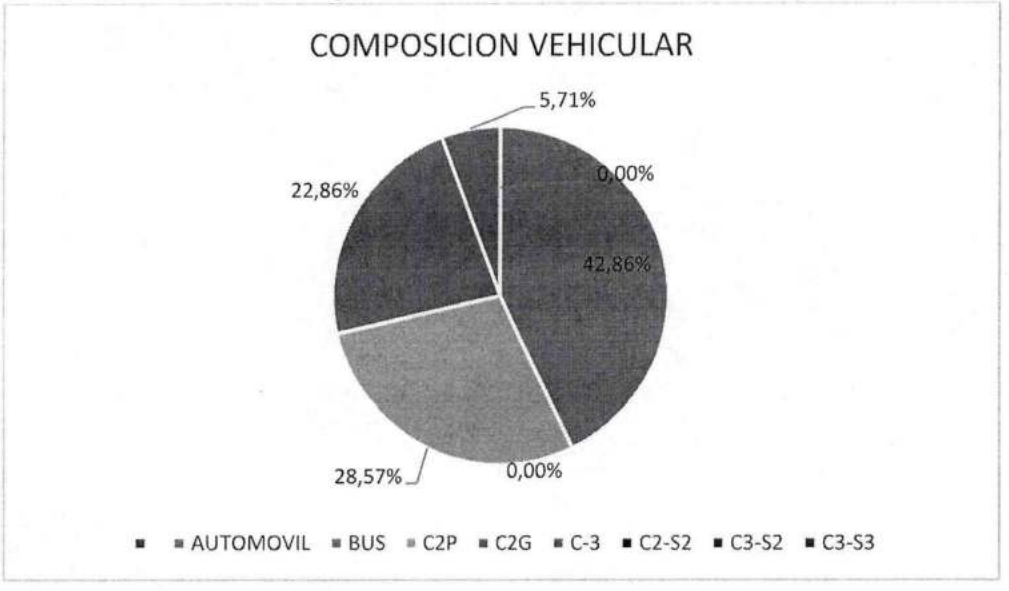
En la vía donde se hizo el aforo, predomina el flujo de camiones con un 57.14%, seguido de vehículos camiones con un 42.86%, por otro lado, tenemos que no hay flujo de buses.

En la carrera 1B entre calles 2 y 3, tenemos:

Tabla 35. Composición vehicular en la carrera 1b entre calles 2 y 3.

TIPO DE VEHICULO	VOLUMEN			PROMEDIO	COMPOSICION VEHICULAR
	26/8/2024	27/8/2024	31/8/2024		
AUTOMOVIL	19	15	10	15	42.86%
BUS	0	0	0	0	0.00%
C2P	10	11	8	10	28.57%
C2G	7	8	8	8	22.86%
C-3	1	2	3	2	5.71%
C2-S2	0	0	0	0	0.00%
C3-S2	0	0	0	0	0.00%
C3-S3	0	0	0	0	0.00%
TOTAL	**37**	**36**	**29**	**35**	**100%**

Gráfica 20. Composición vehicular en carrera 1b entre calles 2 y 3.



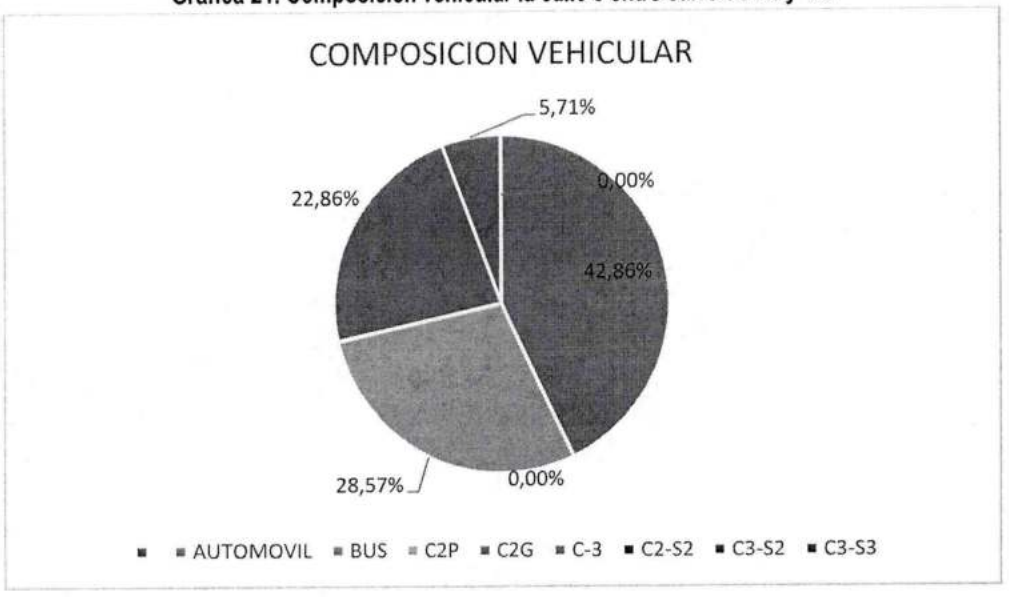
En la vía donde se hizo el aforo, predomina el flujo de automóviles con un 57.14%, seguido de vehículos camiones con un 42.86%, por otro lado, tenemos que no hay flujo de buses.

En la calle 3 entre carreras 1b y 1e, tenemos:

Tabla 36. Composición vehicular en la calle 3 entre carreras 1b y 1e.

TIPO DE VEHICULO	VOLUMEN			PROMEDIO	COMPOSICION VEHICULAR
	26/8/2024	27/8/2024	31/8/2024		
AUTOMOVIL	15	14	15	15	42.86%
BUS	0	0	0	0	0.00%
C2P	11	9	9	10	28.57%
C2G	8	7	9	8	22.86%
C-3	2	1	1	2	5.71%
C2-S2	0	0	0	0	0.00%
C3-S2	0	0	0	0	0.00%
C3-S3	0	0	0	0	0.00%
MOTO	0	0	0	0	0.00%
TOTAL	**36**	**31**	**34**	**35**	**100%**

Gráfica 21. Composición vehicular la calle 3 entre carreras 1b y 1e.



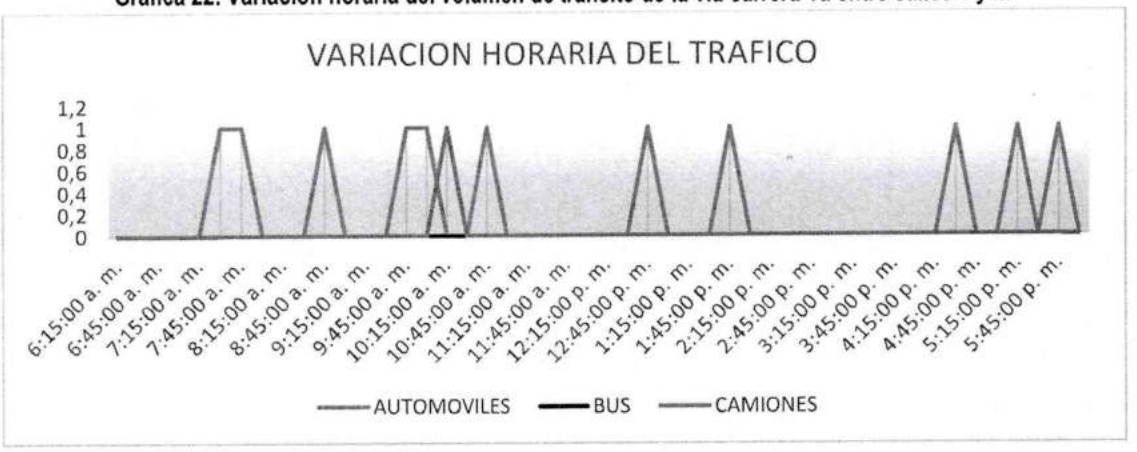
En la vía donde se hizo el aforo, predomina el flujo de automóviles con un 57.14%, seguido de vehículos camiones con un 42.86%, por otro lado, tenemos que no hay flujo de buses.

5.2.2.2 *Variación horaria del volumen de tránsito en el barrio Brisas del Sinú y Santa Fe.*

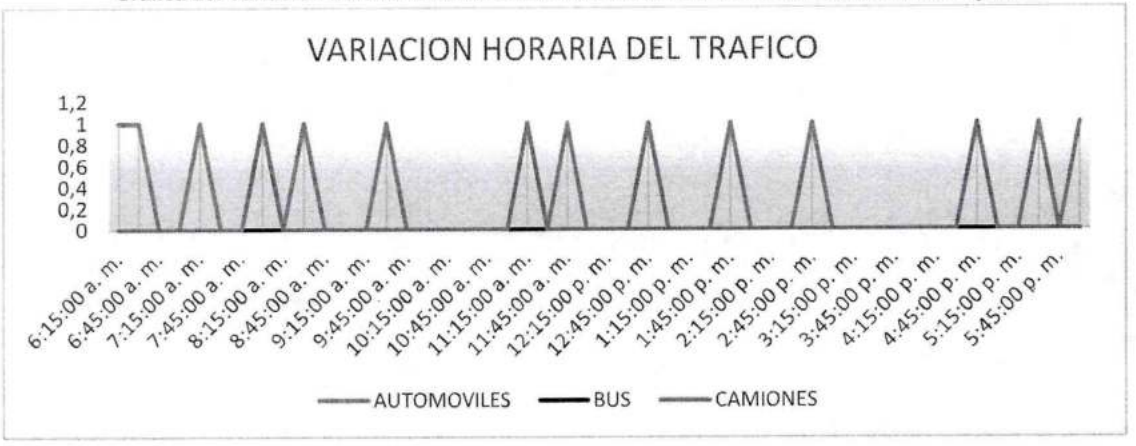
Las variaciones horarias de los volúmenes de tránsito a lo largo de las horas del día dependen del tipo de ruta y de las actividades que prevalezcan en ella. En zonas urbanas, para el caso de intersecciones, se acostumbra a tomar los datos de columnas de tránsito según sus movimientos direccionales.

Según los aforos vehiculares, en las carreras 1D y 1E entre calles 1 y 2, el día de mayor flujo vehicular fue el 27 de agosto, por otra parte, en la calle 2 entre carreras 1aA y 1e, en la carrera 1b entre calles 2 y 3, y en la calle 3 entre carreras 1b y 1e, el día de mayor flujo vehicular fue el 26 de agosto, a continuación, se muestra la variación vehicular promedio de cada tramo vial:

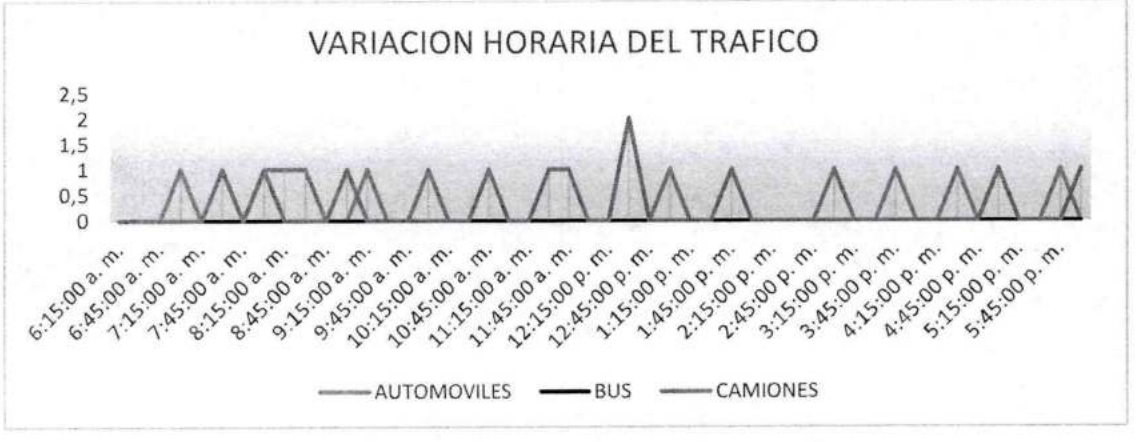
Gráfica 22. Variación horaria del volumen de tránsito de la vía carrera 1d entre calles 1 y 2.



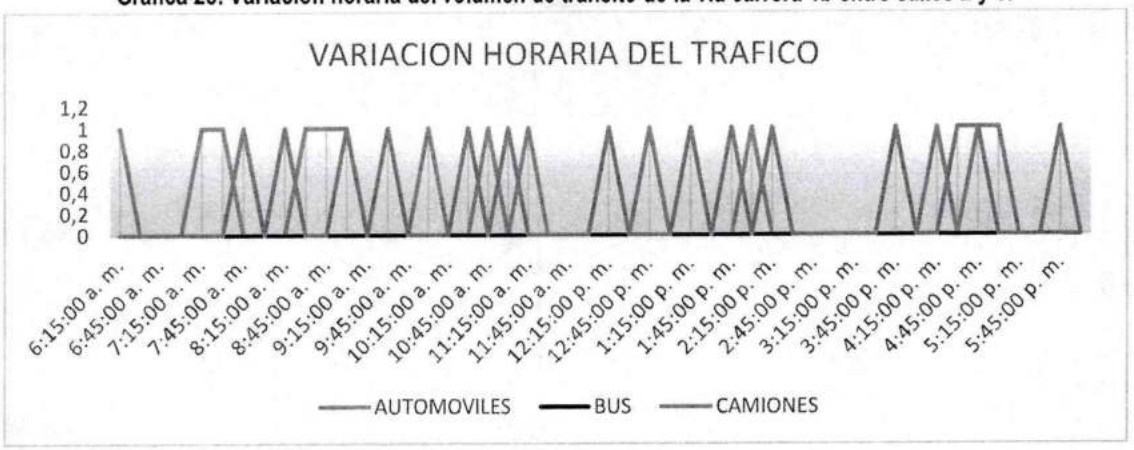
Gráfica 23. Variación horaria del volumen de tránsito de la vía carrera 1e entre calles 1 y 2.



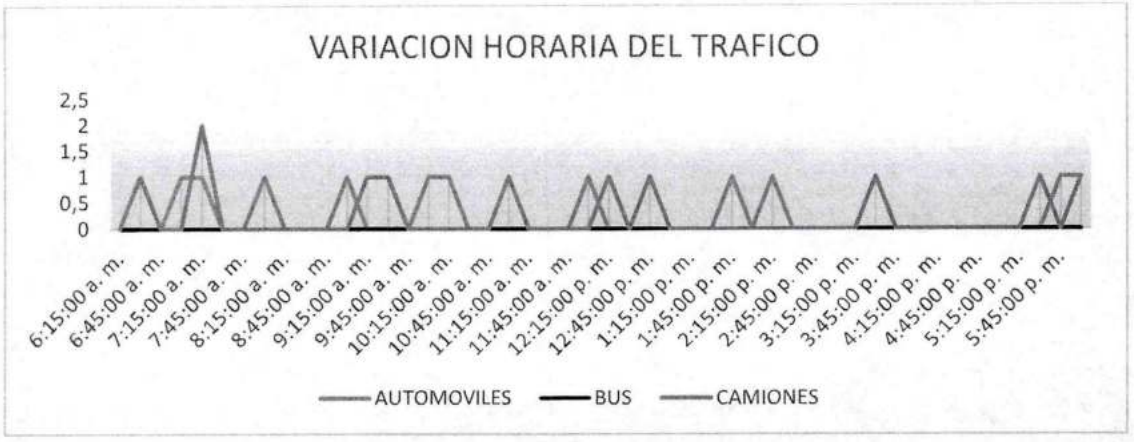
Gráfica 24. Variación horaria del volumen de tránsito de la vía calle 2 entre carreras 1aA y 1E.



Gráfica 25. Variación horaria del volumen de tránsito de la vía carrera 1b entre calles 2 y 3.



Gráfica 26. Variación horaria del volumen de tránsito de la vía calle 3 entre carreras 1b y 1e.



Las variaciones horarias muestran que, durante el día, los vehículos que más circulan son los camiones y automóviles, por lo tanto, los diseños geométricos deben estar acordes con el vehículo de diseño, en este caso los ya mencionados.

5.2.2.3 *Variación del volumen de tránsito en la hora de máxima demanda del barrio Brisas del Sinú y Santa Fe.*

En zonas urbanas, la variación de los volúmenes de tránsito dentro de una misma hora de demanda, para una calle o intersección específica, puede llegar a ser repetitiva y consistente durante varios días de la semana. Sin embargo, puede ser bastante diferente de un tipo de calle o intersección a otro, para el mismo periodo máximo.

Un volumen horario de máxima demanda, a menos que tenga una distribución uniforme, no necesariamente significa que se conserve la misma frecuencia del flujo durante toda la hora. Esto significa que existen periodos cortos dentro de la hora con tasas de flujo muchos mayores a las de la hora máxima.

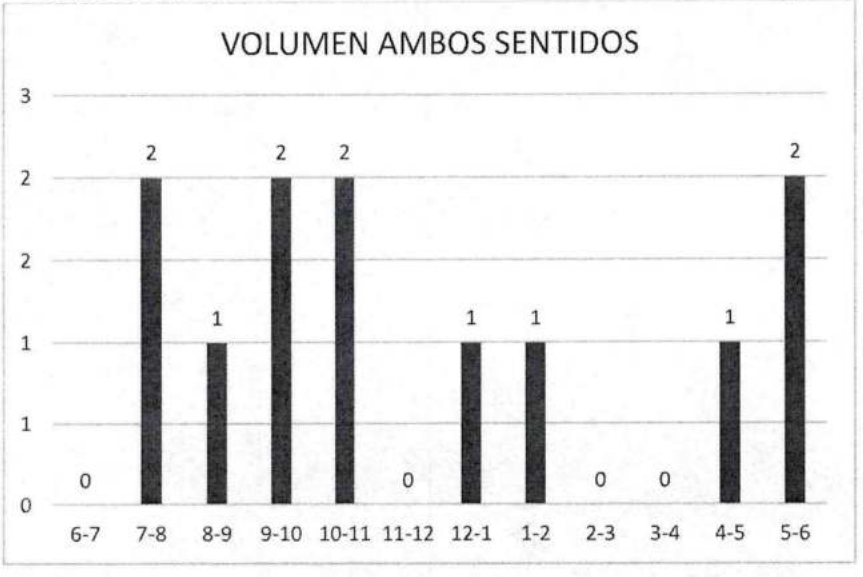
Matemáticamente esto se expresa como:

$$FHMD = \frac{VHMD}{N(Q_{máx})} \quad (4)$$

Dónde,
FHMD: Factor de la hora de máxima demanda.
VHMD: Volumen horario de máxima demanda.
Qmáx: Volumen máximo.
N: Número de periodos durante la hora de máxima demanda.

Los valores estimados de hora pico, volumen de hora pico y factor de hora pico, se muestran a continuación por cada grupo trabajado.

Gráfica 27. Variación del volumen de tránsito en la carrera 1d entre calles 1 y 2.



Luego tenemos que la hora de máxima demanda (hora pico) fue de 07:00 am – 08:00 am y su volumen horario es:

Tabla 37. Demanda máxima.

VHMD	2veh/hr
HORA	7-8

A continuación, se presenta la variación de la intensidad del flujo vehicular en la hora pico:

Gráfica 28. Variación del volumen de tránsito en la carrera 1d entre calles 1 y 2.



Luego tenemos que los volúmenes de máxima intensidad en periodos de 15 minutos son:

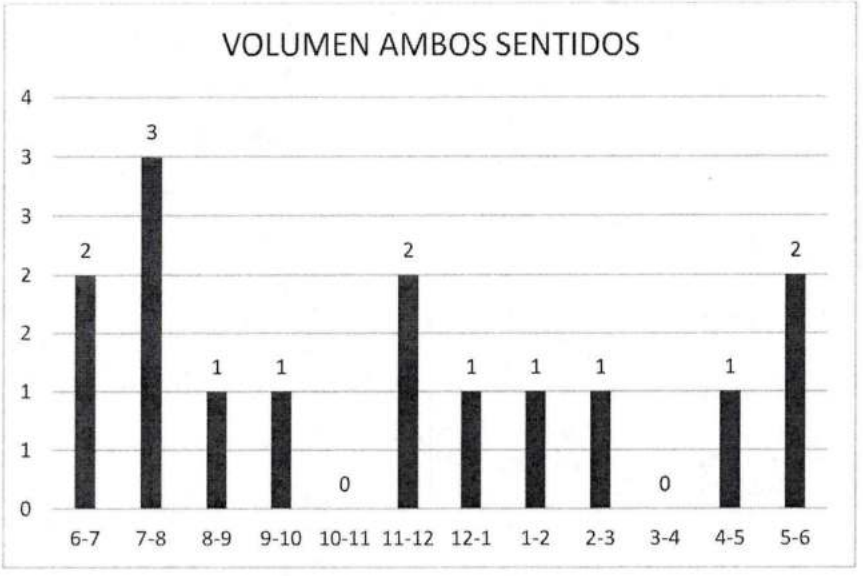
Tabla 38. Volumen horario máximo en la en la carrera 1d entre calles 1 y 2.

HORA	VOLUMEN
07:15:00	0
07:30:00	1
07:45:00	1
08:00:00	0

Por lo cual tenemos que el factor de máxima demanda (hora pico) es de 0.17 valores que indican que existen variaciones considerables del volumen de vehículos cada ¼ de hora.

En la carrera 1e entre calles 1 y 2, tenemos:

Gráfica 29. Variación del volumen de tránsito en la carrera 1e entre calles 1 y 2.



Luego tenemos que la hora de máxima demanda (hora pico) fue de 07:00 am – 08:00 am y su volumen horario es:

Tabla 39. Demanda máxima.

VHMD	3veh/hr
HORA	7-8

A continuación, se presenta la variación de la intensidad del flujo vehicular en la hora pico:

Gráfica 30. Variación del volumen de tránsito en la carrera 1d entre calles 1 y 2.



Luego tenemos que los volúmenes de máxima intensidad en periodos de 15 minutos son:

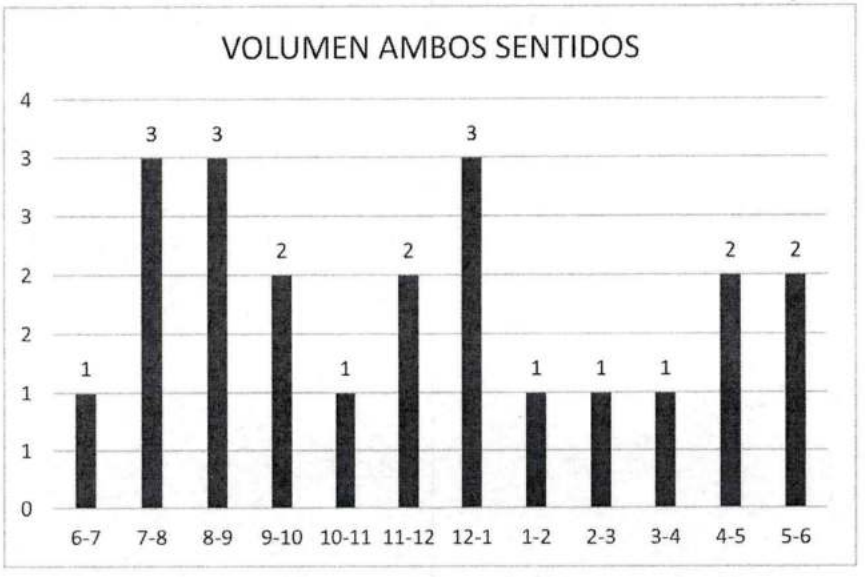
Tabla 40. Volumen horario máximo en la carrera 1e entre calles 1 y 2.

HORA	VOLUMEN
07:15:00	1
07:30:00	0
07:45:00	0
08:00:00	2

Por lo cual tenemos que el factor de máxima demanda (hora pico) es de 0.25, valores que indican que existen variaciones considerables del volumen de vehículos cada ¼ de hora.

En la calle 2 entre carreras 1aA y 1e, tenemos:

Gráfica 31. Variación del volumen de tránsito en la calle 2 entre carreras 1aA y 1e.



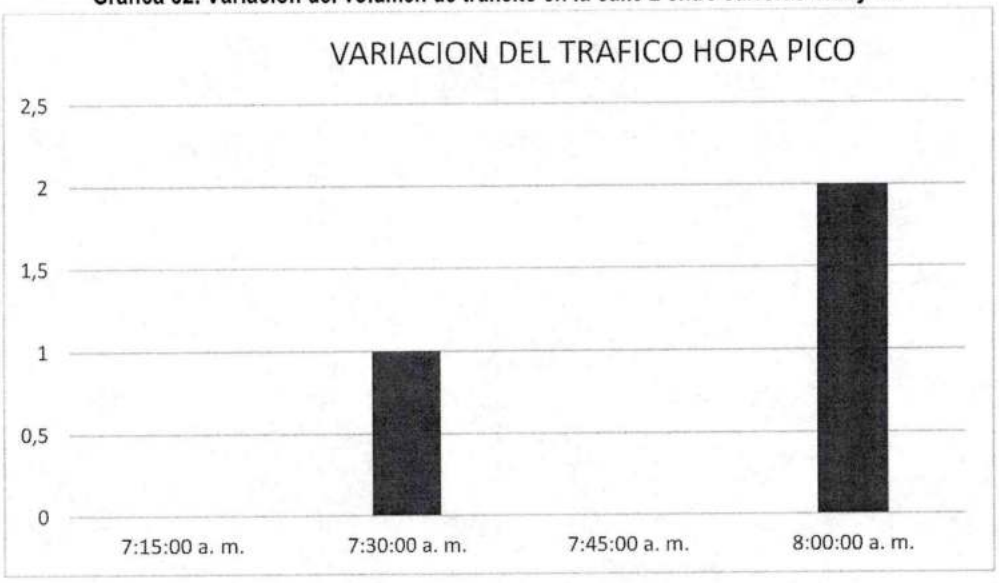
Luego tenemos que la hora de máxima demanda (hora pico) fue de 7:00 am – 8:00 am y su volumen horario es:

Tabla 41. Demanda máxima.

VHMD	3veh/hr
HORA	7-8

A continuación, se presenta la variación de la intensidad del flujo vehicular en la hora pico:

Gráfica 32. Variación del volumen de tránsito en la calle 2 entre carreras 1aA y 1e.



Luego tenemos que los volúmenes de máxima intensidad en periodos de 15 minutos son:

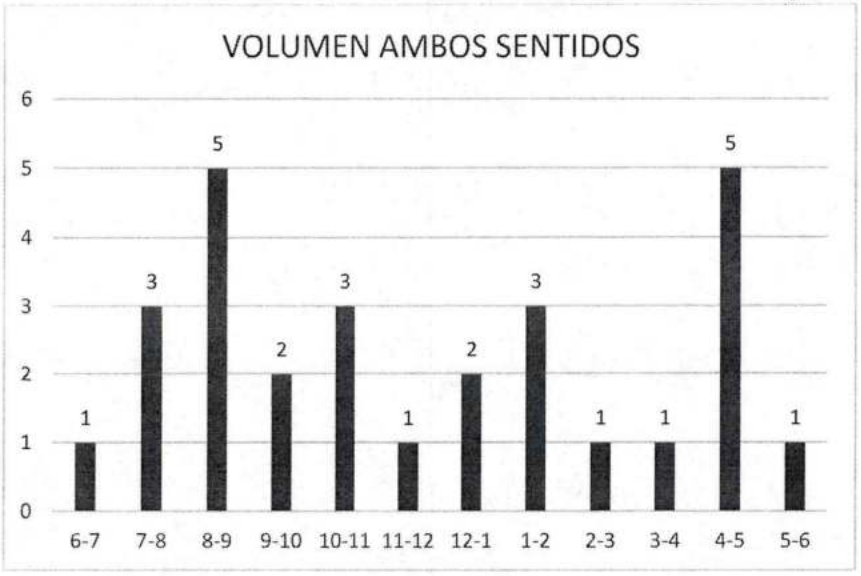
Tabla 42. Volumen horario máximo en la calle 2 entre carreras 1aA y 1e.

HORA	VOLUMEN
07:15:00	0
07:30:00	1
07:45:00	0
08:00:00	2

Por lo cual tenemos que el factor de máxima demanda (hora pico) es de 0.25, valores que indican que existen variaciones considerables del volumen de vehículos cada ¼ de hora.

En la carrera 1b entre calles 2 y 3, tenemos:

Gráfica 33. Variación del volumen de tránsito en la carrera 1b entre calles 2 y 3.



Luego tenemos que la hora de máxima demanda (hora pico) fue de 08:00 am – 09:00 am y su volumen horario es:

Tabla 43. Demanda máxima.

VHMD	5veh/hr
HORA	8-9

A continuación, se presenta la variación de la intensidad del flujo vehicular en la hora pico:

Gráfica 34. Variación del volumen de tránsito en la carrera 1b entre calles 2 y 3.



Luego tenemos que los volúmenes de máxima intensidad en periodos de 15 minutos son:

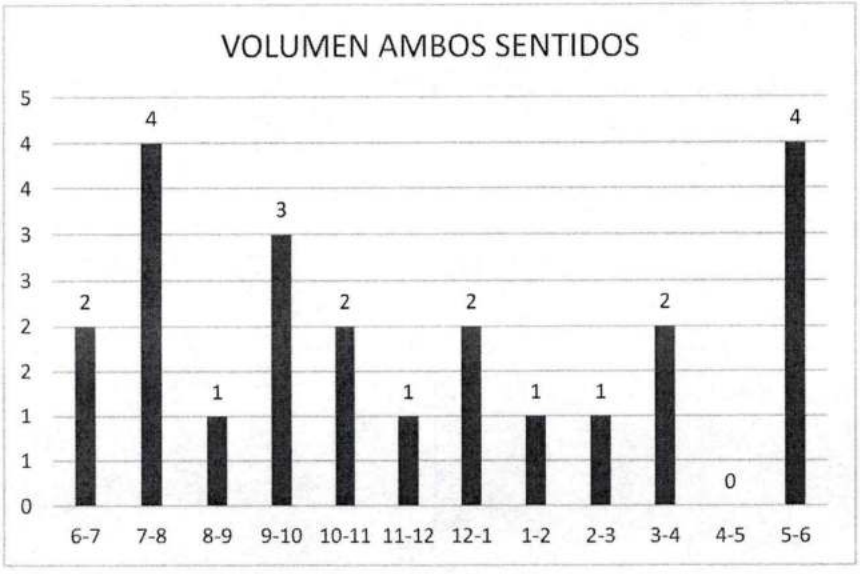
Tabla 44. Volumen horario máximo en la carrera 1b entre calles 2 y 3.

HORA	VOLUMEN
08:15:00	1
08:30:00	1
08:45:00	1
09:00:00	2

Por lo cual tenemos que el factor de máxima demanda (hora pico) es de 0.42 valores que indican que existen variaciones considerables del volumen de vehículos cada ¼ de hora.

En la calle 3 entre carreras 1b y 1e, tenemos:

Gráfica 35. Variación del volumen de tránsito en la calle 3 entre carreras 1b y 1e.



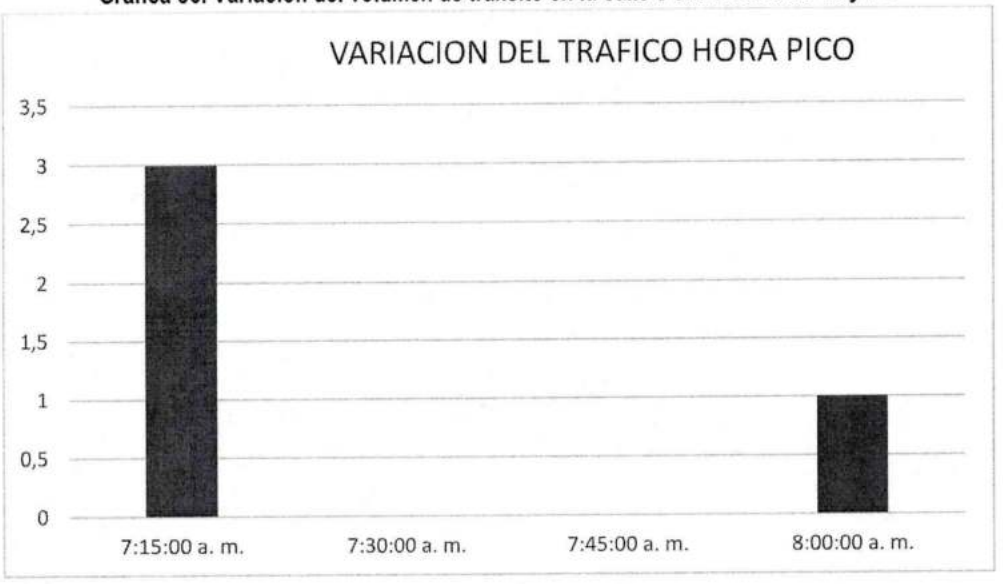
Luego tenemos que la hora de máxima demanda (hora pico) fue de 07:00 am – 08:00 am y su volumen horario es:

Tabla 45. Demanda máxima.

VHMD	4veh/hr
HORA	7-8

A continuación, se presenta la variación de la intensidad del flujo vehicular en la hora pico:

Gráfica 36. Variación del volumen de tránsito en la calle 3 entre carreras 1b y 1e.



Luego tenemos que los volúmenes de máxima intensidad en periodos de 15 minutos son:

Tabla 46. Volumen horario máximo en la calle 3 entre carreras 1b y 1e.

HORA	VOLUMEN
07:15:00	3
07:30:00	0
07:45:00	0
08:00:00	1

Por lo cual tenemos que el factor de máxima demanda (hora pico) es de 0.33 valores que indican que existen variaciones considerables del volumen de vehículos cada ¼ de hora

5.2.2.4 *Determinación del número de ejes equivalentes de 8.2 t en el periodo de diseño para el barrio Buenavista*

Para la estimación del tránsito en el año base se consideró la cercanía del tramo vial a intervenir con vías existentes, se evidenció que la vía donde se proyecta la intervención colinda con una vía principal (la carrera 1), con base en esto se asume un porcentaje medio de tránsito atraído, por lo cual, se establece que una vez la vía sea pavimentada es del 23% del tránsito existente. Así mismo, se establece que el transito generado es del 20% del tránsito existente, debido a las mismas razones del tránsito atraído.

A continuación, se muestra el valor del tránsito inicial de la vía:

Tabla 47. Tránsito inicial en la carrera 1d entre calles 1 y 2.

Aforo Cra 1D Clls 1 y 2				
objeto	**TPDS**	**T_{at}**	**TG**	**T_i**
Transito	25	6	5	36
T_i año base				**36**

A partir de las características de la vía, la cual presenta dos (2) carriles, uno (1) en cada dirección, se determinó el factor carril de 100%. El índice de crecimiento [i] fue de 4.0% anual. El porcentaje de vehículos comerciales corresponde a 40.00%. El periodo de diseño para la intervención proyectada se consideró de 20 años.

La evaluación de la variable transito se determinó a partir de ecuación 2.

A continuación, se muestra los resultados del número de ejes simples equivalentes de 8.2 t en el periodo de diseño usando el método PCA.

Tabla 48. Número de ejes equivalentes según PCA en la carrera 1d entre calles 1 y 2.

Tránsito promedio diario [TPD]	36
Factor dirección [Fd]	0.5
Factor carril [Fca]	1.0
Tasa de crecimiento (%)	4.0
Periodo de diseño	20

$$TPD = TPD\ anterior * (1 + r)$$

AÑO	TPD
2024	36
2025	37
2026	39
2027	40
2028	42
2029	44
2030	46
2031	47
2032	49
2033	51
2034	53
2035	55
2036	58
2037	60
2038	62
2039	65
2040	67
2041	70
2042	73
2043	76
2044	79
TPD futuro	**1115**

CALCULO DE EJES EQUIVALENTES EN EL PERIODO DE DISEÑO				
Vehículos	%	Cantidad	Factor Daño	Ejes equivalentes de 8.2 ton
Autos	60.00	669	0	228,332
C2P	16.00	178	0.41	
C2G	24.00	268	4.40	
C3	0.00	0	8.77	
C2S3	0.00	0	13.84	
C3S3	0.00	0	11.83	

ESPECTRO DE CARGAS							
Vehículo	Eje Simple Rueda Simple		Eje Simple Rueda Doble		Eje Tándem		Eje Trídem
	3.1	6	6.6	11	21	22	24
C2P	32,555		32,555				
C2G		48,832		48,832			
C3		0				0	
C2S3		0			0		
C3S3		0				0	0
TOTAL	32,555	48,832	32,555	48,832	0	0	0

Número de vehículos en el periodo de diseño	
Vehículo	Cantidad
C2P	32555
C2G	48832
C3	0
C2S3	0
C3S3	0

En la carrera 1e entre calles 1 y 2, el tránsito inicial de la vía fue:

Tabla 49. Tránsito inicial en la carrera 1e entre calles 1 y 2.

Aforo Cra 1E Clls 1 y 2				
objeto	TPDS	T_{at}	TG	T_i
Transito	26	6	5	37
T_i año base				**37**

A partir de las características de la vía, la cual presenta dos (2) carriles, uno (1) en cada dirección, se determinó el factor carril de 100%. El índice de crecimiento [i] fue de 4.0% anual. El porcentaje de vehículos comerciales corresponde a 42.31%. El periodo de diseño para la intervención proyectada se consideró de 20 años.

La evaluación de la variable transito se determinó a partir de ecuación 2.

A continuación, se muestra los resultados del número de ejes simples equivalentes de 8.2 t en el periodo de diseño usando el método PCA.

Tabla 50. Número de ejes equivalentes según PCA en la carrera 1e entre calles 1 y 2.

Tránsito promedio diario [TPD]	37
Factor dirección [Fd]	0.5
Factor carril [Fca]	1.0
Tasa de crecimiento (%)	4.0
Periodo de diseño	20

$$TPD = TPD\ anterior * (1 + r)$$

AÑO	TPD
2024	37
2025	38
2026	40
2027	42
2028	43
2029	45
2030	47
2031	49
2032	51
2033	53
2034	55
2035	57
2036	59
2037	62
2038	64
2039	67
2040	69
2041	72
2042	75
2043	78
2044	81
TPD futuro	**1146**

CALCULO DE EJES EQUIVALENTES EN EL PERIODO DE DISEÑO

Vehículos	%	Cantidad	Factor Daño	Ejes equivalentes de 8.2 ton
Autos	57.69	661	0	261,001
C2P	15.38	176	0.41	
C2G	26.92	308	4.40	
C3	0.00	0	8.77	
C2S3	0.00	0	13.84	
C3S3	0.00	0	11.83	

ESPECTRO DE CARGAS

Vehículo	Eje Simple Rueda Simple		Eje Simple Rueda Doble		Eje Tándem		Eje Trídem
	3.1	6	6.6	11	21	22	24
C2P	32,163		32,163				
C2G		56,295		56,295			
C3		0				0	
C2S3		0			0		
C3S3		0				0	0
TOTAL	32,163	56,295	32,163	56,295	0	0	0

Número de vehículos en el periodo de diseño

Vehículo	Cantidad
C2P	32163
C2G	56295
C3	0
C2S3	0
C3S3	0

En la calle 2 entre carreras 1aA y 1e, el tránsito inicial de la vía fue:

Tabla 51. Tránsito inicial en la calle 2 entre carreras 1aA y 1e.

Aforo CII 2 Cras 1aA y 1E				
objeto	**TPDS**	**T_{at}**	**TG**	**T_i**
Transito	35	8	7	50
T_i año base				**50**

A partir de las características de la vía, la cual presenta dos (2) carriles, uno (1) en cada dirección, se determinó el factor carril de 100%. El índice de crecimiento [i] fue de 4.0% anual. El porcentaje de vehículos comerciales corresponde a 57.14%. El periodo de diseño para la intervención proyectada se consideró de 20 años.

La evaluación de la variable transito se determinó a partir de ecuación 2.

A continuación, se muestra los resultados del número de ejes simples equivalentes de 8.2 t en el periodo de diseño usando el método PCA.

Tabla 52. Número de ejes equivalentes según PCA en la calle 11 entre carreras 3 y 4.

Tránsito promedio diario [TPD]	50
Factor dirección [Fd]	0.5
Factor carril [Fca]	1.0
Tasa de crecimiento (%)	4.0
Periodo de diseño	20

$$TPD = TPD\ anterior * (1 + r)$$

AÑO	TPD
2024	50
2025	52
2026	54
2027	56
2028	58
2029	61
2030	63
2031	66
2032	68
2033	71
2034	74
2035	77
2036	80
2037	83
2038	87
2039	90
2040	94
2041	97
2042	101
2043	105
2044	110
TPD futuro	**1548**

CALCULO DE EJES EQUIVALENTES EN EL PERIODO DE DISEÑO				
Vehículos	%	Cantidad	Factor Daño	Ejes equivalentes de 8.2 ton
Autos	42.86	664	0	459,252
C2P	28.57	442	0.41	
C2G	22.86	354	4.40	
C3	5.71	88	8.77	
C2S3	0.00	0	13.84	
C3S3	0.00	0	11.83	

ESPECTRO DE CARGAS							
Vehículo	Eje Simple Rueda Simple		Eje Simple Rueda Doble		Eje Tándem		Eje Trídem
	3.1	6	6.6	11	21	22	24
C2P	80,737		80,737				
C2G		64,601		64,601			
C3		16,136				16,136	
C2S3		0			0		
C3S3		0				0	0
TOTAL	**80,737**	**80,737**	**80,737**	**64,601**	**0**	**16,136**	**0**

Número de vehículos en el periodo de diseño	
Vehículo	Cantidad
C2P	80737
C2G	64601
C3	16136
C2S3	0
C3S3	0

En la carrera 1b entre calles 2 y 3, el tránsito inicial de la vía fue:

Tabla 53. Tránsito inicial en la carrera 1b entre calles 2 y 3

Aforo Cra 1B Clls 2 y 3				
objeto	**TPDS**	**T_{at}**	**TG**	**T_i**
Transito	35	8	7	50
T_i año base				**50**

A partir de las características de la vía, la cual presenta dos (2) carriles, uno (1) en cada dirección, se determinó el factor carril de 100%. El índice de crecimiento [i] fue de 4.0% anual. El porcentaje de vehículos comerciales corresponde a 57.14%. El periodo de diseño para la intervención proyectada se consideró de 20 años.

La evaluación de la variable transito se determinó a partir de ecuación 2.

A continuación, se muestra los resultados del número de ejes simples equivalentes de 8.2 t en el periodo de diseño usando el método PCA.

Tabla 54. Número de ejes equivalentes según PCA en la carrera 1b entre calles 2 y 3

Tránsito promedio diario [TPD]	50
Factor dirección [Fd]	0.5
Factor carril [Fca]	1.0
Tasa de crecimiento (%)	4.0
Periodo de diseño	20

$$TPD = TPD\ anterior * (1 + r)$$

AÑO	TPD
2024	50
2025	52
2026	54
2027	56
2028	58
2029	61
2030	63
2031	66
2032	68
2033	71
2034	74
2035	77
2036	80
2037	83
2038	87
2039	90
2040	94
2041	97
2042	101
2043	105
2044	110
TPD futuro	**1548**

CALCULO DE EJES EQUIVALENTES EN EL PERIODO DE DISEÑO				
Vehículos	%	Cantidad	Factor Daño	Ejes equivalentes de 8.2 ton
Autos	42.86	664	0	459,252
C2P	28.57	442	0.41	
C2G	22.86	354	4.40	
C3	5.71	88	8.77	
C2S3	0.00	0	13.84	
C3S3	0.00	0	11.83	

ESPECTRO DE CARGAS							
Vehículo	Eje Simple Rueda Simple		Eje Simple Rueda Doble		Eje Tándem		Eje Trídem
	3.1	6	6.6	11	21	22	24
C2P	80,737		80,737				
C2G		64,601		64,601			
C3		16,136				16,136	
C2S3		0			0		
C3S3		0				0	0
TOTAL	80,737	80,737	80,737	64,601	0	16,136	0

Número de vehículos en el periodo de diseño	
Vehículo	Cantidad
C2P	80737
C2G	64601
C3	16136
C2S3	0
C3S3	0

En la calle 3 entre carreras 1b y 1e, el tránsito inicial de la vía fue:

Tabla 55. Tránsito inicial en la calle 3 entre carreras 1b y 1e

Aforo CII 3 Cras 1B y 1E				
objeto	**TPDS**	**T_{at}**	**TG**	**T_i**
Transito	21	5	4	30
T_i año base				**30**

A partir de las características de la vía, la cual presenta dos (2) carriles, uno (1) en cada dirección, se determinó el factor carril de 100%. El índice de crecimiento [i] fue de 4.0% anual. El porcentaje de vehículos comerciales corresponde a 57.14%. El periodo de diseño para la intervención proyectada se consideró de 20 años.

La evaluación de la variable transito se determinó a partir de ecuación 2.

A continuación, se muestra los resultados del número de ejes simples equivalentes de 8.2 t en el periodo de diseño usando el método PCA.

Tabla 56. Número de ejes equivalentes según PCA en la calle 3 entre carreras 1b y 1e

Tránsito promedio diario [TPD]	30
Factor dirección [Fd]	0.5
Factor carril [Fca]	1.0
Tasa de crecimiento (%)	4.0
Periodo de diseño	20

$$TPD = TPD\ anterior * (1 + r)$$

AÑO	TPD
2024	30
2025	31
2026	32
2027	34
2028	35
2029	36
2030	38
2031	39
2032	41
2033	43
2034	44
2035	46
2036	48
2037	50
2038	52
2039	54
2040	56
2041	58
2042	61
2043	63
2044	66
TPD futuro	**929**

CALCULO DE EJES EQUIVALENTES EN EL PERIODO DE DISEÑO				
Vehículos	%	Cantidad	Factor Daño	Ejes equivalentes de 8.2 ton
Autos	42.86	398	0	275,551
C2P	28.57	265	0.41	
C2G	22.86	212	4.40	
C3	5.71	53	8.77	
C2S3	0.00	0	13.84	
C3S3	0.00	0	11.83	

ESPECTRO DE CARGAS							
Vehículo	Eje Simple Rueda Simple		Eje Simple Rueda Doble		Eje Tándem		Eje Trídem
	3.1	6	6.6	11	21	22	24
C2P	48,442		48,442				
C2G		38,761		38,761			
C3		9,682				9,682	
C2S3		0			0		
C3S3		0				0	0
TOTAL	48,442	48,442	48,442	38,761	0	9,682	0

Número de vehículos en el periodo de diseño	
Vehículo	Cantidad
C2P	48442
C2G	38761
C3	9682
C2S3	0
C3S3	0

5.2.3 *Barrios Santander y Pastrana Borrero*

A continuación, se muestra el resumen de los resultados en los aforos vehiculares en los barrios Santander y Pastrana Borrero, sobre el tramo transversal 1ª sur entre las diagonales 14 sur y 0 sur.

Tabla 57. Resumen de aforo vehicular realizado en la transversal 1ª sur entre diagonales 14 y 0sur.

TIPO DE VEHICULO	VOLUMEN			PROMEDIO
	28/8/2024	29/8/2024	31/8/2024	
AUTOMOVIL	43	42	48	45
BUS	0	0	0	0
C2P	12	13	11	12
C2G	11	8	9	10
C-3	1	1	2	2
C2-S2	0	0	0	0
C3-S2	0	0	0	0
C3-S3	0	0	0	0
TOTAL	**67**	**64**	**70**	**69**

Luego tenemos:
TPDs= 69 veh/día

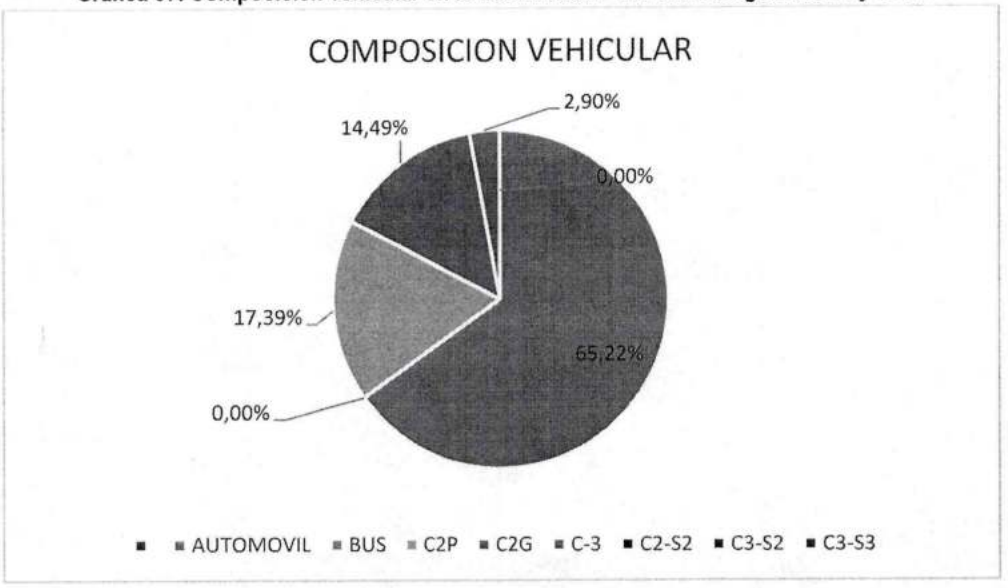
5.2.3.1 *Composición vehicular barrios Santander y Pastrana Borrero.*

La composición vehicular se utiliza para tener una estimación del tipo de vehículos que circulan en la vía en sus condiciones actuales, la cual se expresa en porcentajes. A continuación, la composición vehicular de los tramos correspondientes,

Tabla 58. Composición vehicular en la transversal 1ª sur entre diagonales 14 y 0sur.

TIPO DE VEHICULO	VOLUMEN			PROMEDIO	COMPOSICION VEHICULAR
	28/8/2024	29/8/2024	31/8/2024		
AUTOMOVIL	43	42	48	45	65.22%
BUS	0	0	0	0	0.00%
C2P	12	13	11	12	17.39%
C2G	11	8	9	10	14.49%
C-3	1	1	2	2	2.90%
C2-S2	0	0	0	0	0.00%
C3-S2	0	0	0	0	0.00%
C3-S3	0	0	0	0	0.00%
TOTAL	**67**	**64**	**70**	**69**	**100%**

Gráfica 37. Composición vehicular en la transversal 1ª sur entre diagonales 14 y 0sur.



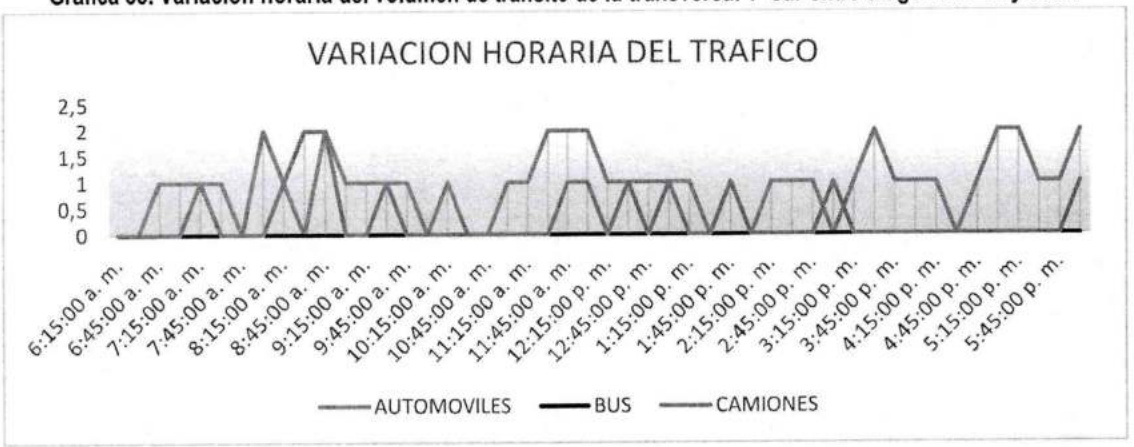
En la vía transversal 1asur entre diagonales 14 y 0 sur, donde se hizo el aforo, predomina el flujo de automóviles con un 65.22%, seguido de vehículos camiones con un 34.78%, por otra parte, se tiene que no hay flujo de buses.

5.2.3.2 *Variación horaria del volumen de tránsito de los barrios Santander y Pastrana Borrero*

Las variaciones horarias de los volúmenes de tránsito a lo largo de las horas del día dependen del tipo de ruta y de las actividades que prevalezcan en ella. En zonas urbanas, para el caso de intersecciones, se acostumbra a tomar los datos de columnas de tránsito según sus movimientos direccionales.

Según los aforos vehiculares, el día de mayor flujo vehicular en la vía de estudio fue el 31 de agosto, a continuación, se muestra la variación vehicular promedio para este tramo:

Gráfica 38. Variación horaria del volumen de tránsito de la transversal 1ª sur entre diagonales 14 y 0sur.



Las variaciones horarias muestran que, durante el día, los vehículos que más circulan por los tramos son los automóviles y camiones, por lo tanto, los diseños geométricos deben estar acordes con el vehículo de diseño, en este caso, los antes mencionados.

5.2.3.3 *Variación del volumen de tránsito en la hora de máxima demanda de los barrios Santander y Pastrana Borrero.*

En zonas urbanas, la variación de los volúmenes de tránsito dentro de una misma hora de demanda, para una calle o intersección específica, puede llegar a ser repetitiva y consistente durante varios días de la semana. Sin embargo, puede ser bastante diferente de un tipo de calle o intersección a otro, para el mismo periodo máximo.

Un volumen horario de máxima demanda, a menos que tenga una distribución uniforme, no necesariamente significa que se conserve la misma frecuencia del flujo durante toda la hora. Esto significa que existen periodos cortos dentro de la hora con tasas de flujo muchos mayores a las de la hora máxima.

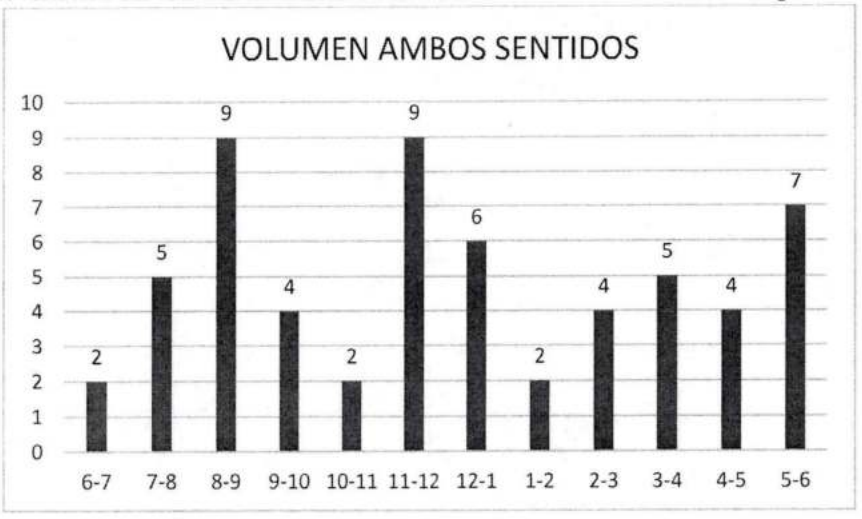
Matemáticamente esto se expresa como:

$$FHMD = \frac{VHMD}{N(Q_{máx})} \quad (5)$$

Dónde,
FHMD: Factor de la hora de máxima demanda.
VHMD: Volumen horario de máxima demanda.
Qmáx: Volumen máximo.
N: Número de periodos durante la hora de máxima demanda.

Los valores estimados de hora pico, volumen de hora pico y factor de hora pico, se muestran a continuación por cada grupo trabajado.

Gráfica 39. Variación del volumen de tránsito en un día en la transversal 1ª sur entre diagonales 14 y 0sur.



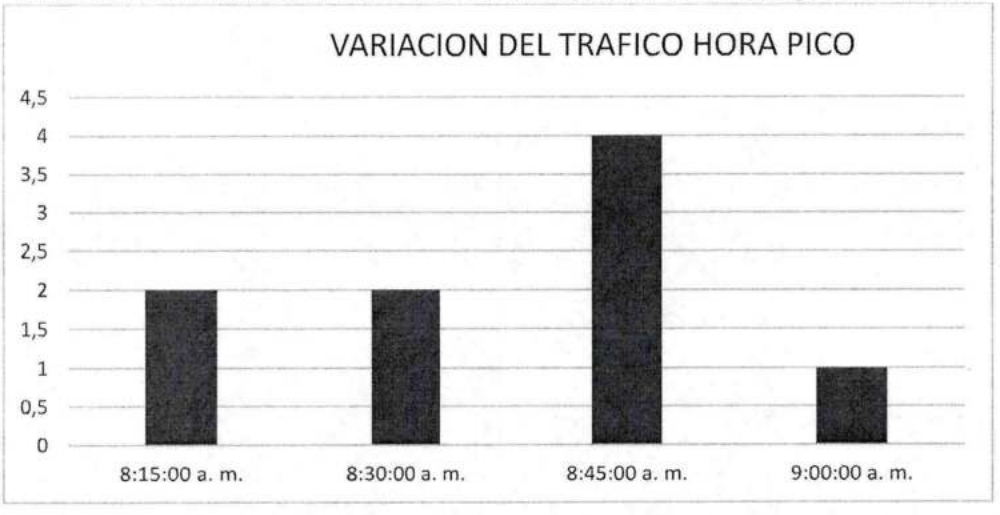
Luego tenemos que la hora de máxima demanda (hora pico) fue de 08:00 am – 09:00 am y su volumen horario es:

Tabla 59. Demanda máxima.

VHMD	9veh/hr
HORA	8-9

A continuación, se presenta la variación de la intensidad del flujo vehicular en la hora pico:

Gráfica 40. Variación del volumen de tránsito en la transversal 1ª sur entre diagonales 14 y 0sur.



Luego tenemos que los volúmenes de máxima intensidad en periodos de 15 minutos son:

Tabla 60. Volumen horario máximo en la transversal 1ª sur entre diagonales 14 y 0sur.

HORA	VOLUMEN
08:15:00	2
08:30:00	2
08:45:00	4
09:00:00	1

Por lo cual tenemos que el factor de máxima demanda (hora pico) es de 0.75, valores que indican que existen variaciones considerables del volumen de vehículos cada ¼ de hora.

5.2.3.4 *Determinación del número de ejes equivalentes de 8.2 t en el periodo de diseño para los barrios Santander y Pastrana Borrrero*

Para la estimación del tránsito en el año base se consideró la cercanía del tramo vial a intervenir con vías existentes, se evidenció que la vía donde se proyecta la intervención colinda con la transversal 1a, con base en esto se asume un porcentaje medio de tránsito atraído, por lo cual, se establece que una vez la vía sea pavimentada es del 23% del tránsito existente. Así mismo, se establece que el transito generado es del 20% del tránsito existente, debido a las mismas razones del tránsito atraído.

A continuación, se muestra el valor del tránsito inicial:

Tabla 61. Tránsito inicial en la transversal 1ª sur entre diagonales 14 sur y 0sur.

Aforo TRANS 1a Sur entre las Dg 14 Sur y 0 Sur				
objeto	**TPDS**	**T_{at}**	**TG**	**T_i**
Transito	69	16	14	99
T_i año base				**99**

A partir de las características de la vía, la cual presenta dos (2) carriles, uno (1) en cada dirección, se determinó el factor carril de 100%. El índice de crecimiento [i] fue de 4.0% anual. El porcentaje de vehículos comerciales corresponde a 34.78%. El periodo de diseño para la intervención proyectada se consideró de 20 años.

La evaluación de la variable transito se determinó a partir de la ecuación 2.

A continuación, se muestra los resultados del número de ejes simples equivalentes de 8.2 t en el periodo de diseño usando el método PCA.

Tabla 62. Número de ejes equivalentes según PCA en la transversal 1ª sur entre diagonales 14 sur y 0sur.

Tránsito promedio diario [TPD]	99
Factor dirección [Fd]	0.5
Factor carril [Fca]	1.0
Tasa de crecimiento (%)	4.0
Periodo de diseño	20

$$TPD = TPD\ anterior * (1 + r)$$

AÑO	TPD
2024	99
2025	103
2026	107
2027	111
2028	116
2029	120
2030	125
2031	130
2032	135
2033	141
2034	147
2035	152
2036	159
2037	165
2038	171
2039	178
2040	185
2041	193
2042	201
2043	209
2044	217
TPD futuro	**3066**

CALCULO DE EJES EQUIVALENTES EN EL PERIODO DE DISEÑO				
Vehículos	%	Cantidad	Factor Daño	Ejes equivalentes de 8.2 ton
Autos	65.22	2000	0	539,399
C2P	17.39	533	0.41	
C2G	14.49	444	4.40	
C3	2.90	89	8.77	
C2S3	0.00	0	13.84	
C3S3	0.00	0	11.83	

ESPECTRO DE CARGAS							
Vehículo	Eje Simple Rueda Simple		Eje Simple Rueda Doble		Eje Tándem		Eje Trídem
	3.1	6	6.6	11	21	22	24
C2P	97,303		97,303				
C2G		81,077		81,077			
C3		16,227				16,227	
C2S3		0			0		
C3S3		0				0	0
TOTAL	97,303	97,303	97,303	81,077	0	16,227	0

Número de vehículos en el periodo de diseño	
Vehículo	Cantidad
C2P	97303
C2G	81077
C3	16227
C2S3	0
C3S3	0

5.2.4 *Barrio La Granja*

A continuación, se muestra el resumen de los resultados en los aforos vehiculares en el barrio La Granja, sobre los tramos diagonal 21 entre transversal 5 y 1ª y diagonal 22 entre carrera 3 y transversal 2; para el tramo transversal 1ª entre diagonal 22 y 19 se tomará como referencia el tránsito adyacente, debido a que el ancho actual de la vía no posibilita el tránsito de camiones.

Tabla 63. Resumen de aforo vehicular realizado en la diagonal 21 entre transversal 5 y 1a.

TIPO DE VEHICULO	VOLUMEN			PROMEDIO
	28/8/2024	29/8/2024	31/8/2024	
AUTOMOVIL	41	48	45	45
BUS	0	0	0	0
C2P	58	51	55	55
C2G	11	6	7	8
C-3	4	3	4	4
C2-S2	0	0	0	0
C3-S2	0	0	0	0
C3-S3	0	0	0	0
TOTAL	**114**	**108**	**111**	**112**

Luego tenemos:
TPDs= 112 veh/día

Tabla 64. Resumen de aforo vehicular realizado en la diagonal 22 entre carrera 3 y transversal 2.

TIPO DE VEHICULO	VOLUMEN			PROMEDIO
	28/8/2024	29/8/2024	31/8/2024	
AUTOMOVIL	34	37	33	35
BUS	0	0	0	0
C2P	59	56	63	60
C2G	9	8	7	8
C-3	2	3	3	3
C2-S2	0	0	0	0
C3-S2	0	0	0	0
C3-S3	0	0	0	0
TOTAL	**104**	**104**	**106**	**106**

Luego tenemos:
TPDs= 106 veh/día

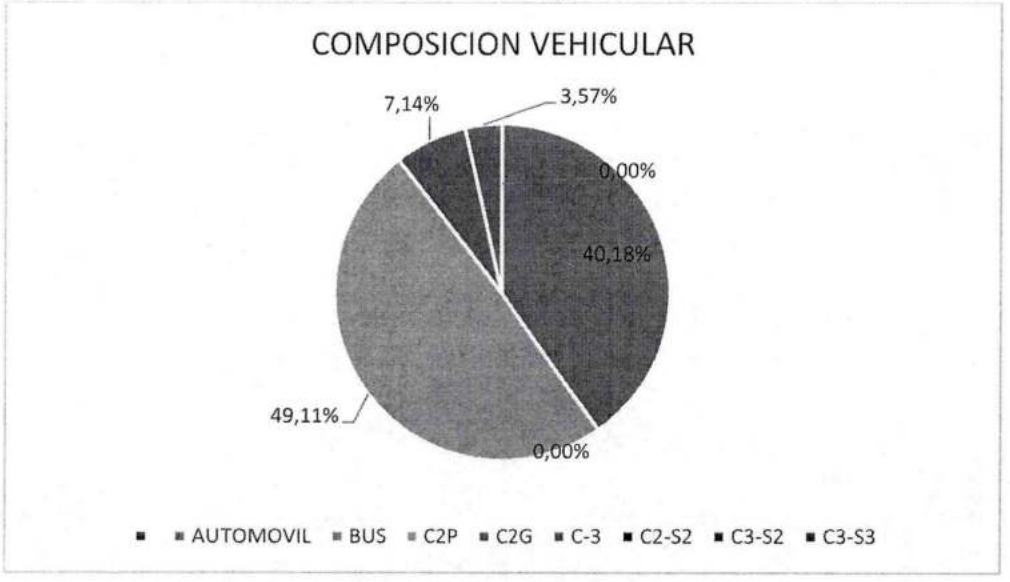
5.2.4.1 *Composición vehicular para el barrio La Granja.*

La composición vehicular se utiliza para tener una estimación del tipo de vehículos que circulan en la vía en sus condiciones actuales, la cual se expresa en porcentajes. A continuación, la composición vehicular de los tramos correspondientes,

Tabla 65. Composición vehicular para la diagonal 21 entre transversal 5 y 1a.

TIPO DE VEHICULO	VOLUMEN			PROMEDIO	COMPOSICION VEHICULAR
	28/8/2024	29/8/2024	31/8/2024		
AUTOMOVIL	41	48	45	45	40.18%
BUS	0	0	0	0	0.00%
C2P	58	51	55	55	49.11%
C2G	11	6	7	8	7.14%
C-3	4	3	4	4	3.57%
C2-S2	0	0	0	0	0.00%
C3-S2	0	0	0	0	0.00%
C3-S3	0	0	0	0	0.00%
TOTAL	**114**	**108**	**111**	**112**	**100%**

Gráfica 41. Composición vehicular para diagonal 21 entre transversal 5 y 1a.

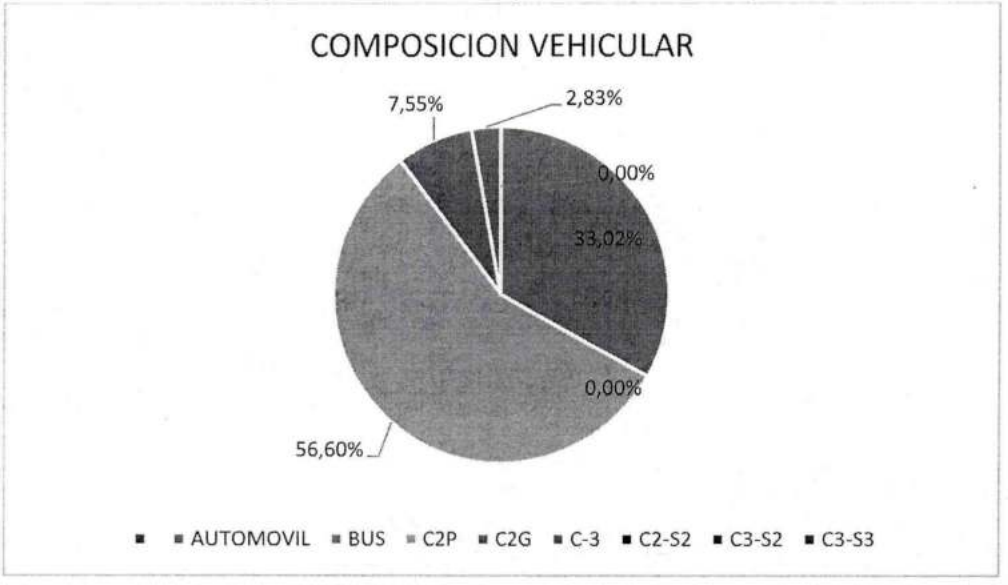


En la vía diagonal 21 entre transversal 5 y 1a, donde se hizo el aforo, predomina el flujo de camiones con un 59.82%, seguido de automóviles con un 40.18%, por otra parte, se tiene que no hay flujo de buses.

Tabla 66. Composición vehicular en diagonal 22 entre carrera 3 y transversal 2

TIPO DE VEHICULO	VOLUMEN			PROMEDIO	COMPOSICION VEHICULAR
	28/8/2024	29/8/2024	31/8/2024		
AUTOMOVIL	34	37	33	35	33.02%
BUS	0	0	0	0	0.00%
C2P	59	56	63	60	56.60%
C2G	9	8	7	8	7.55%
C-3	2	3	3	3	2.83%
C2-S2	0	0	0	0	0.00%
C3-S2	0	0	0	0	0.00%
C3-S3	0	0	0	0	0.00%
MOTO	0	0	0	0	0.00%
TOTAL	**104**	**104**	**106**	**106**	**100%**

Gráfica 42. Composición vehicular en diagonal 22 entre carrera 3 y transversal 2.



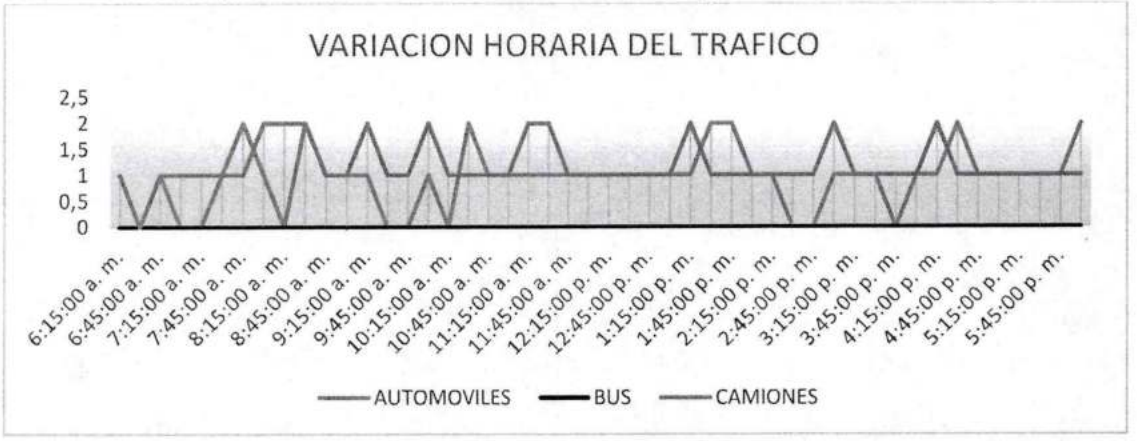
En la vía diagonal 22 entre carrera 3 y transversal 2, donde se hizo el aforo, predomina el flujo de camiones con un 66.98%, seguido de automóviles con un 33.02%, por otra parte, se tiene que no hay flujo de buses.

5.2.4.2 *Variación horaria del volumen de tránsito del barrio La Granja*

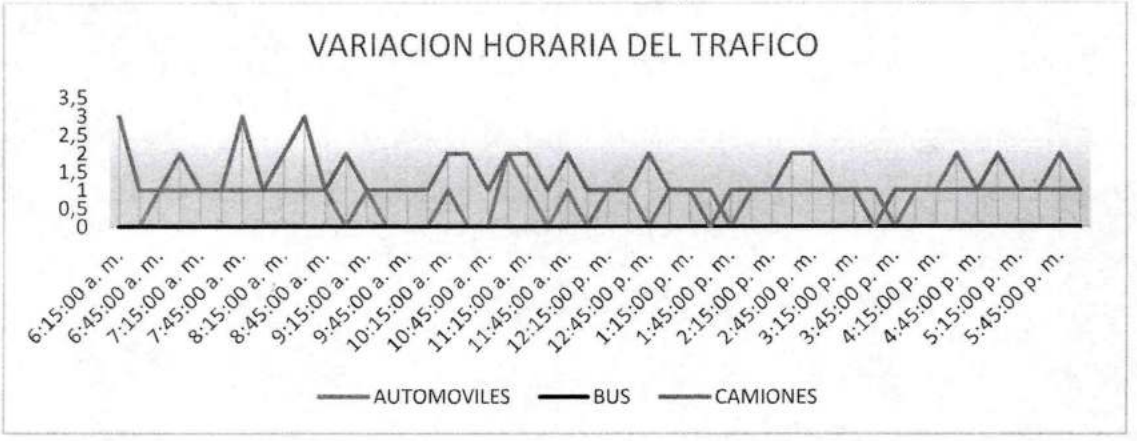
Las variaciones horarias de los volúmenes de tránsito a lo largo de las horas del día dependen del tipo de ruta y de las actividades que prevalezcan en ella. En zonas urbanas, para el caso de intersecciones, se acostumbra a tomar los datos de columnas de tránsito según sus movimientos direccionales.

Según los aforos vehiculares, el día de mayor flujo vehicular en la diagonal 21 entre transversal 5 y 1a fue el 28 de agosto, por otra parte, en la diagonal 22 entre carrera 3 y transversal 2 fue el 31 de agosto, a continuación, se muestra la variación vehicular promedio para cada tramo:

Gráfica 43. Variación horaria del volumen de tránsito de la diagonal 21 entre transversal 5 y 1a.



Gráfica 44. Variación horaria del volumen de tránsito de la diagonal 22 entre carrera 3 y transversal 2



Las variaciones horarias muestran que, durante el día, los vehículos que más circulan por ambos tramos son los automóviles y camiones, por lo tanto, los diseños geométricos deben estar acordes con el vehículo de diseño, en este caso, los antes mencionados.

5.2.4.3 *Variación del volumen de tránsito en la hora de máxima demanda del barrio La Granja*

En zonas urbanas, la variación de los volúmenes de tránsito dentro de una misma hora de demanda, para una calle o intersección específica, puede llegar a ser repetitiva y consistente durante varios días de la semana. Sin embargo, puede ser bastante diferente de un tipo de calle o intersección a otro, para el mismo periodo máximo.

Un volumen horario de máxima demanda, a menos que tenga una distribución uniforme, no necesariamente significa que se conserve la misma frecuencia del flujo durante toda la hora. Esto significa que existen periodos cortos dentro de la hora con tasas de flujo muchos mayores a las de la hora máxima.