

## ANEXO 1.

### **1. LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO DE LAS INTERSECCIONES CALLE 58 Y CARRERA 46 CON LA VÍA 40.**

El levantamiento topográfico cuenta con el nivel de detalle requerido para la elaboración de las propuestas del proyecto, todos los detalles se tomaron con estación total y se guardaron en memoria interna. Se levantaron cien metros por cada acceso que llega a la intersección y se elaboró lo siguiente:

- Levantamientos planimétricos
- Levantamientos altimétricos
- Levantamientos arquitectónicos
- Levantamientos de posicionamiento satelital. (GPS)

El levantamiento planimétrico y altimétrico contiene los siguientes elementos

- Antejardines
- Bordes de vía
- Cunetas
- Alcantarillas
- Semáforos
- Postes de energía
- Postes de alumbrado
- Postes retenidas
- Torres de alta tensión
- Cajas de energía
- Hidrantes
- Redes de alcantarillado
- Postes de teléfono
- Señalización vertical
- Vías (ejes y bordes)
- Bordillos

- Andenes (incluidas las cotas altimétricas de acceso a los predios y sus terrazas)
- Entradas a garajes
- Separadores
- Paramentos
- Árboles
- Paraderos de buses
- Localización de ejes para proyectos viales urbanos
- Acceso a garajes

### **1.1. Equipos y personal**

Se verifico los certificados de calibración de los equipos, así como el nivel de capacitación del personal, se requirió los siguientes equipos y personal:

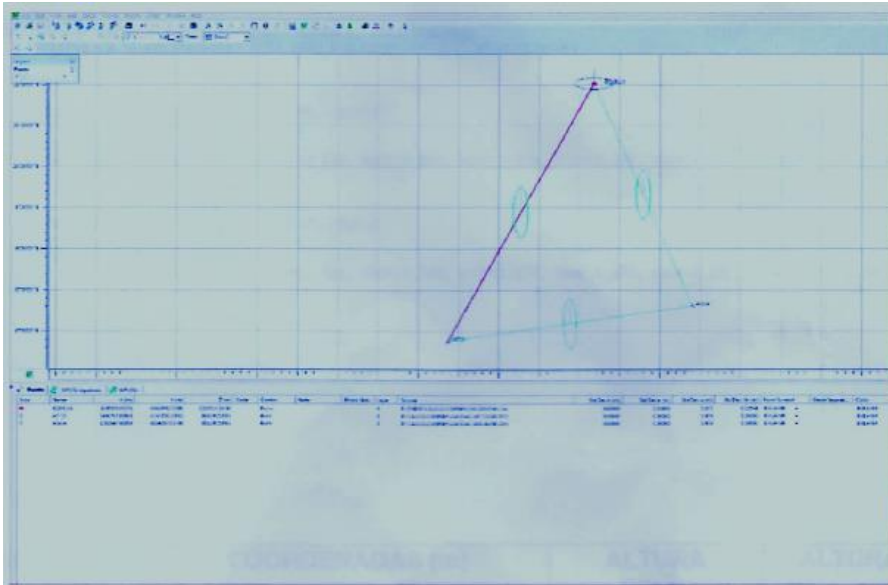
- Estación Total GTS 235W Topcon
- Estación Total GTS-223 Topcon
- Nivel Automático AT-G6 Topcon
- Topógrafos
- Auxiliares de topografía
- Dibujante
- Computador

### **1.2. Georreferenciación**

Como primera medida se identificó los dos (2) mojones ya materializados en la zona, luego se armó y nivelo el GPS Rover de doble frecuencia con el método RTK de precisión milimétrica para obtener las coordenadas y cotas de dichos mojones. Luego se utilizó la antena CORS permanentemente ubicada en la ciudad de Barranquilla como base para georreferenciar los mojones. Esta base CORS es compatible y está ajustada al MAGNA-SIRGAS del IGAC. Mencionado lo anterior, en la tabla 1 se indica el post-proceso de la antena CORS.

Tabla 1. Post-proceso antenna CORS.

| Name    | WGS84 Latitude   | WGS84 Longitude  | WGS84 Ell.Height (m) | Control | Std Dev n (m) | Std Dev e (m) | Std Dev u (m) | Std Dev Hz (m) |
|---------|------------------|------------------|----------------------|---------|---------------|---------------|---------------|----------------|
| BQUILLA | 11°00'56.13024"N | 74°49'12.76856"W | 74,106               | None    | 0,00969       | 0,03409       | 0,037         | 0,03544        |
| APTO    | 7°52'40.03669"N  | 76°37'56.60624"W | 45,137               | Both    | 0             | 0             | 0             | 0              |
| AGCA    | 8°18'54.16939"N  | 73°35'43.50769"W | 200,883              | Both    | 0             | 0             | 0             | 0              |



Informe generado por el colector de datos para sustentar la precisión de los puntos y posteriormente las coordenadas obtenidas

```

3B,NMVA40,DT04-26-2016,TM17:05:08
YO,ADO,UNI,SF1.00000000,ECO,EOO.0,AUO
--SurvCE version 4.07
--CRD: Alphanumeric
--User Defined: MAGNA BOGOTA CENTRO
--Equipment: CHC, X91, SN:039730, Fw:8.21
--Antenna Type: [CHCX91R NONE],RA0.0995m,SHMP0.0400m,L10.1020m,L20.1036m,--P/N 1191806741 X91 Rover GNSS DSP->North
--Localization File: None
--Geoid Separation File: None
--Grid Adjustment File: None
--GPS Scale: 1.00000000
--Scale Point not used
--RTK Method: RTCM, Device: Data Collector Internet, Network: NTRIP GAL-003
BP,PN0000,LA11.005612998735,LN-74.491276809182,EL74.0808,AG0.0000,PA0.1135,ATUNK,SRROVER,--
--Entered rover HR: 2.0000 m, Vertical
LS,HR2.1020

GPS,PN1,LA11.012759346082,LN-74.480760342194,EL0.812393,--DLT-2
--GS,PN1,N 1711020.7345,E 920814.315,EL-1.4896,--DLT-2
--GT,PN1,Sw1894,ST425484000,Ew1894,ET425484000
--HSIG:0.006, VSIG:0.008, STATUS:FIXED, SATS:13, PDOP:1.454, HDOP:0.862, VDOP:1.170, TDOP:1.201, GDOP:1.885, NSIG:0.004, ESIG:0.004
--DT04-26-2016
--TM17:07:42

GPS,PN2,LA11.012270207506,LN-74.480327865943,EL1.669717,--DLT-1
--GS,PN2,N 1710870.1116,E 920945.235,EL-0.6323,--DLT-1
--GT,PN2,Sw1894,ST425951000,Ew1894,ET425951000
--HSIG:0.009, VSIG:0.013, STATUS:FIXED, SATS:14, PDOP:1.413, HDOP:0.780, VDOP:1.179, TDOP:1.173, GDOP:1.837, NSIG:0.007, ESIG:0.006
--DT04-26-2016
--TM17:15:30

```

| DESCRIPCIÓN       | COORDENADAS (m) |            | ALTURA Elipse | ALTURA (m s. n.m.) |
|-------------------|-----------------|------------|---------------|--------------------|
|                   | NORTE           | ESTE       |               |                    |
| REF N°. 1<br>GPS2 | 1711020,735     | 920814,315 | -1,487        | 6,752              |
| REF N°. 2<br>GPS1 | 1710870,111     | 920945,235 | -0,638        | 7,601              |

En la Figura 1 se muestra la localización de los dos puntos de georreferenciación utilizados para el levantamiento topográfico de las dos intersecciones.

Figura 1. Puntos de georreferenciación.



Fuente: Google Earth.

### 1.3. Topografía de la intersección vía 40 con calle 58

Utilizando la nube de puntos de las memorias de cálculo se realizó las líneas de quiebre y el siguiente modelo digital de las dos intersecciones como se muestran en la Figura 2 y Figura 3:

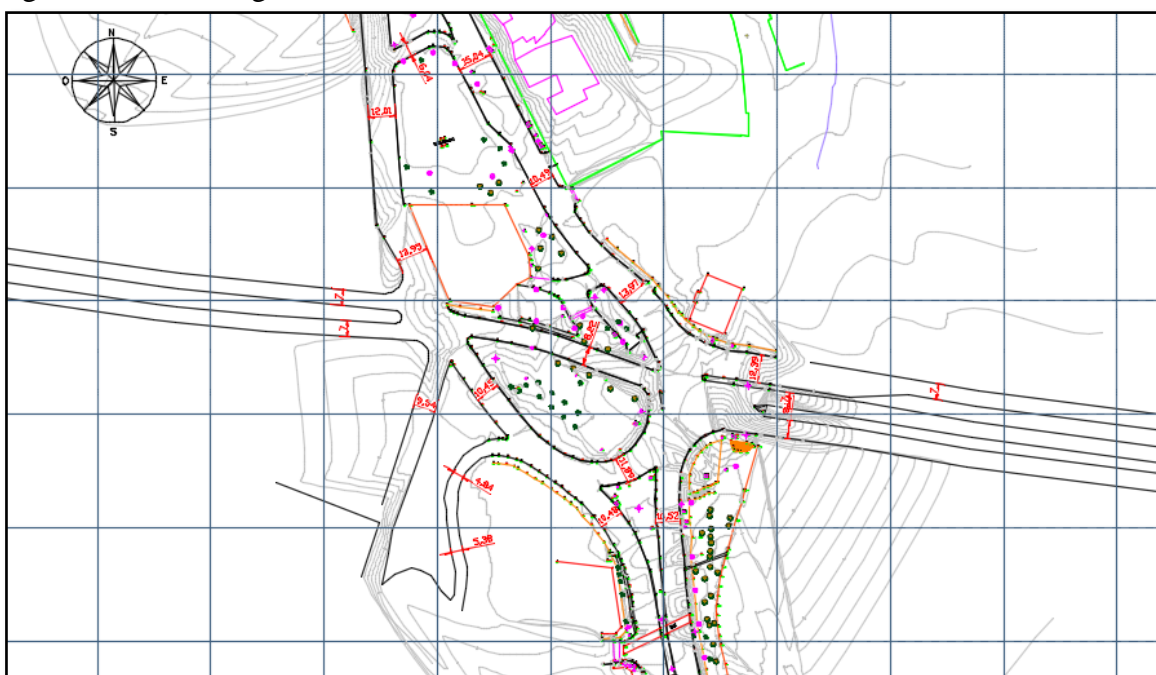


Figura 2. Modelo digital de la intersección Calle 58 con Vía 40.



Fuente: Elaboración propia, software AutoCAD.

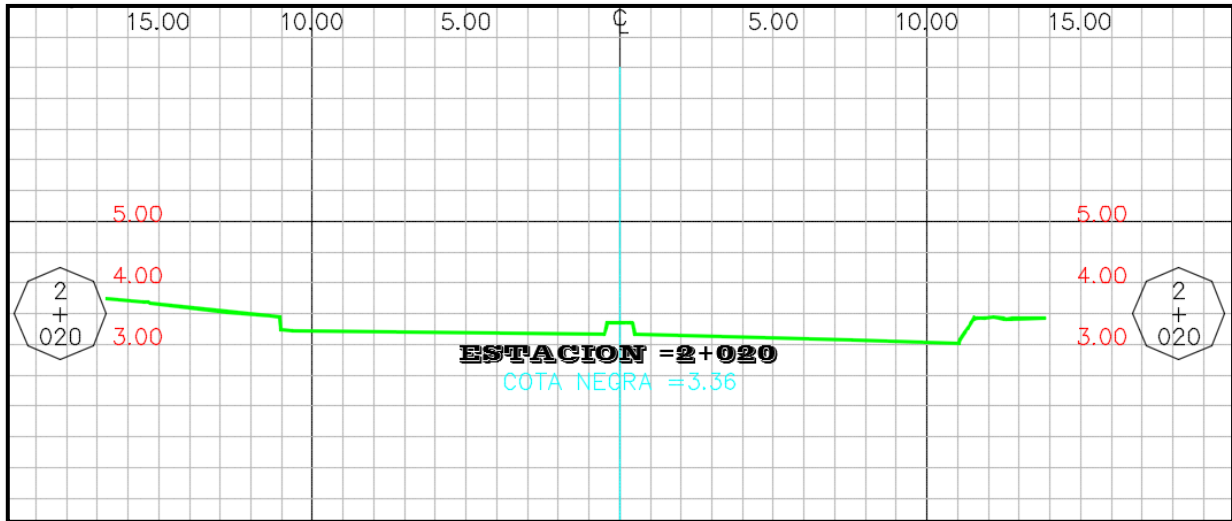
Figura 3. Modelo digital de la intersección Carrera 46 con Vía 40.



Fuente: Elaboración propia, software AutoCAD.

Igualmente se elaboraron las secciones transversales obtenidas mediante el levantamiento topográfico, en la Figura 4 se muestra la sección típica de la Vía 40.

Figura 4. Sección transversal abscisa k2+020 vía 40.





Para la conversión de tráfico mixto a automóviles directos equivalentes (ade) se pueden utilizar los factores de equivalencia propuestos por el manual de diseño geométrico de carreteras y teniendo en cuenta la gran participación y consecuente afectación de la movilidad por cuenta del tráfico pesado en el sector, se ha adoptado los factores de equivalencia de la Tabla 3.

Tabla 3. Factores de equivalencia vehicular.

| TIPO DE VEHICULO   | FACTOR DE EQUIVALENCIA (ade) |
|--------------------|------------------------------|
| Vehículos livianos | 1,0                          |
| Buses              | 3,0                          |
| Camiones           | 3,0                          |
| Motos              | 1,0                          |
| bicicletas         | 0,15                         |

## 2.2. Resumen de aforos vehicular Vía 40- Calle 58.

La información de los conteos vehiculares se organizó de acuerdo al tipo de movimiento y tipo de vehículo para cada uno de los siguientes accesos que conforman la intersección.

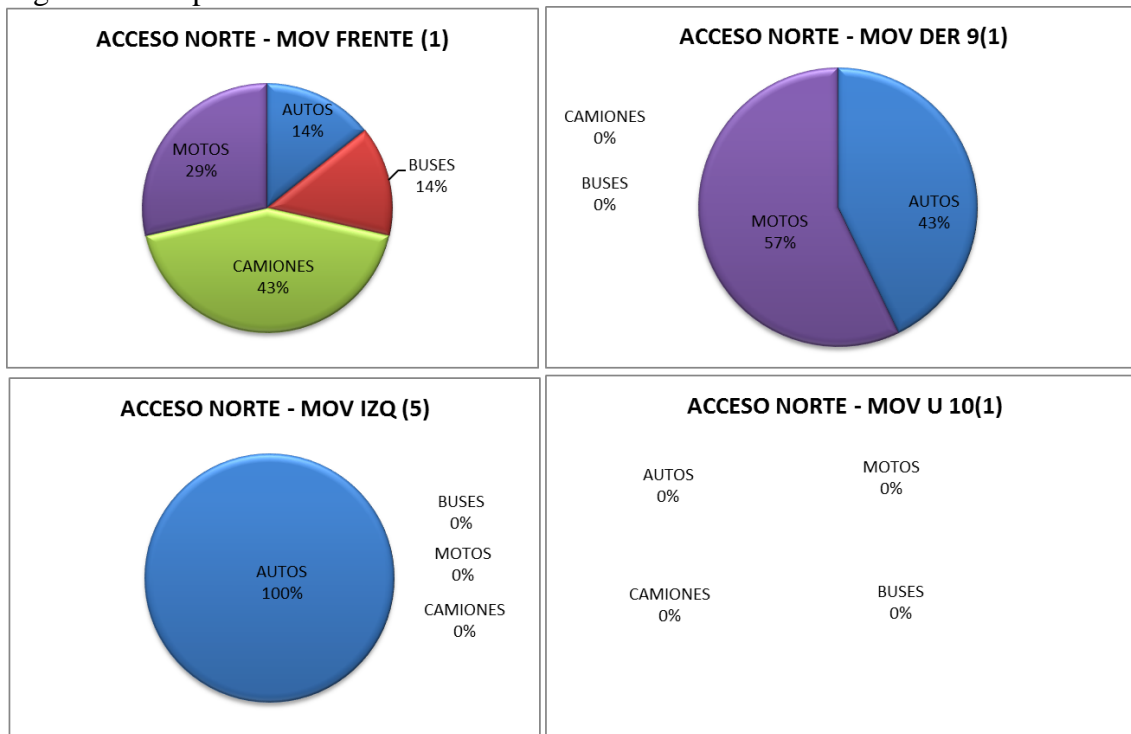
### 2.2.1. Acceso Norte

En la Tabla 4 se encuentra el resumen de los aforos vehiculares del acceso norte y en la Figura 5 la representación gráfica de esta información.

Tabla 4. Resumen aforo vehicular acceso norte.

| MOVIMIENTOS      | ACCESO NORTE |          |          |          |          |          |
|------------------|--------------|----------|----------|----------|----------|----------|
|                  | RILSA        | AUTOS    | BUSES    | CAMIONES | MOTOS    | TOTAL    |
| <b>Frente</b>    | <b>1</b>     | <b>1</b> | <b>1</b> | <b>3</b> | <b>2</b> | <b>7</b> |
| <b>Izquierda</b> | <b>5</b>     | <b>1</b> | <b>0</b> | <b>0</b> | <b>0</b> | <b>1</b> |
| <b>Derecha</b>   | <b>9(1)</b>  | <b>3</b> | <b>0</b> | <b>0</b> | <b>4</b> | <b>7</b> |
| <b>Giro en U</b> | <b>10(1)</b> | <b>0</b> | <b>0</b> | <b>0</b> | <b>0</b> | <b>0</b> |

Figura 5. Composición vehicular acceso Norte.



Factor de hora pico

$$FHMD = 0.72$$

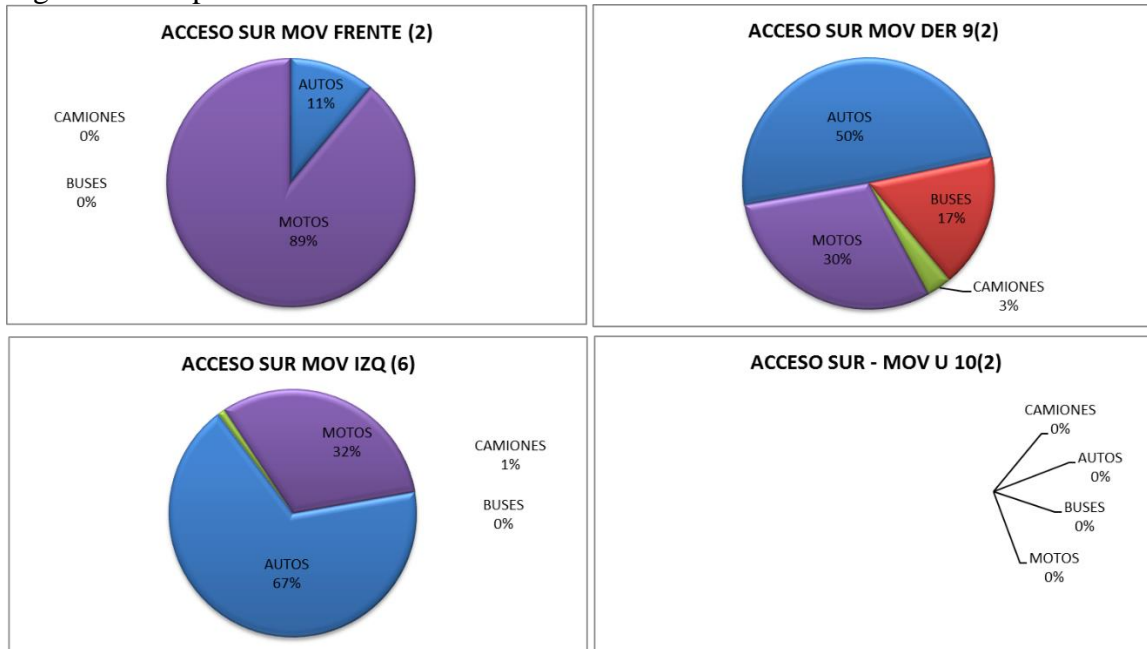
### 2.2.2. Acceso Sur

En la Tabla 5 se encuentra el resumen de los aforos vehiculares del acceso sur y en la Figura 6 la representación gráfica de esta información.

Tabla 5. Resumen aforo vehicular acceso Sur.

| MOVIMIENTOS      | ACCESO SUR   |            |           |          |           |            |
|------------------|--------------|------------|-----------|----------|-----------|------------|
|                  | RILSA        | AUTOS      | BUSES     | CAMIONES | MOTOS     | TOTAL      |
| <b>Frente</b>    | <b>2</b>     | <b>1</b>   | <b>0</b>  | <b>0</b> | <b>8</b>  | <b>9</b>   |
| <b>Izquierda</b> | <b>6</b>     | <b>137</b> | <b>0</b>  | <b>2</b> | <b>64</b> | <b>203</b> |
| <b>Derecha</b>   | <b>9(2)</b>  | <b>46</b>  | <b>16</b> | <b>3</b> | <b>28</b> | <b>93</b>  |
| <b>Giro en U</b> | <b>10(2)</b> | <b>0</b>   | <b>0</b>  | <b>0</b> | <b>0</b>  | <b>0</b>   |

Figura 6. Composición vehicular acceso Sur.



Factor de hora pico

$$FHMD = 0.81$$

### 2.2.3. Acceso Occidente

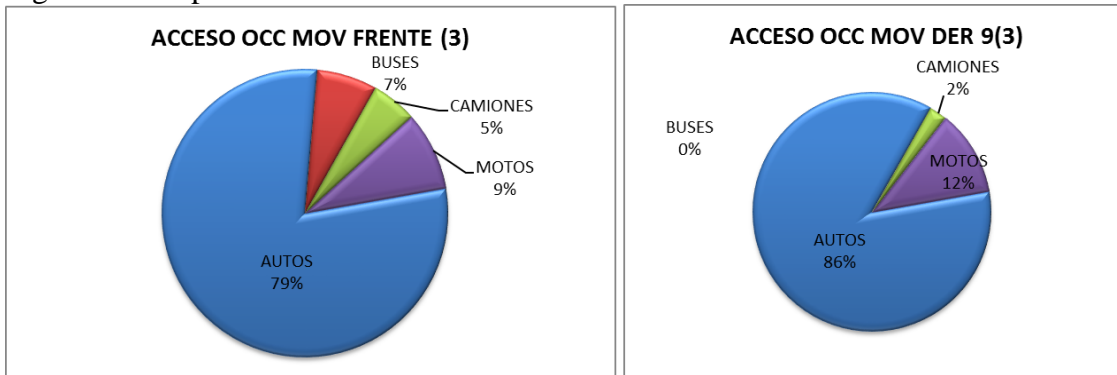
En la Tabla 6 se encuentra el resumen de los aforos vehiculares del acceso occidente y en la Figura 7 la representación gráfica de esta información.

Tabla 6. Resumen aforo vehicular acceso Occidente.

| MOVIMIENTOS      | ACCESO OCCIDENTE |       |       |        |       | TOTAL |
|------------------|------------------|-------|-------|--------|-------|-------|
|                  | RILSA            | AUTOS | BUSES | CAMION | MOTOS |       |
| <b>Frente</b>    | <b>3</b>         | 1642  | 141   | 107    | 184   | 2074  |
| <b>Izquierda</b> | <b>7</b>         | 0     | 0     | 0      | 0     | 0     |
| <b>Derecha</b>   | <b>9(3)</b>      | 289   | 0     | 8      | 39    | 336   |
| <b>Giro en U</b> | <b>10(3)</b>     | 0     | 0     | 0      | 0     | 0     |



Figura 7. Composición vehicular acceso Occidente.



Factor de hora pico

$$FHMD = 0.92$$

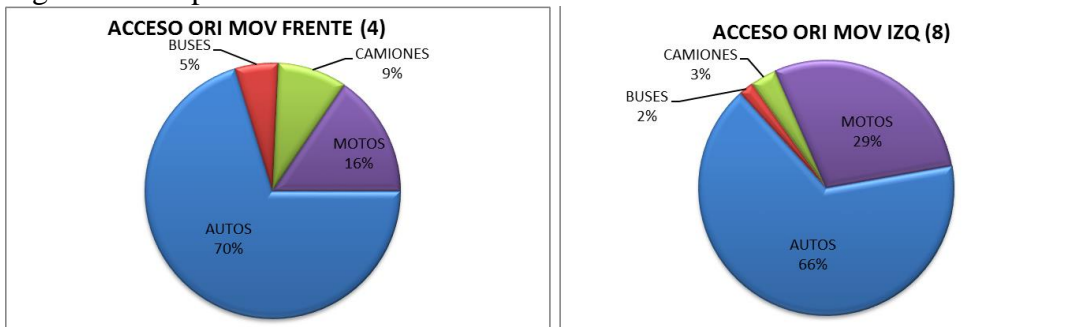
#### 2.2.4. Acceso Oriente

En la Tabla 7 se encuentra el resumen de los aforos vehiculares del acceso oriente y en la Figura 8 la representación gráfica de esta información.

Tabla 7. Resumen aforo vehicular acceso Oriente.

| MOVIMIENTOS      | ACCESO ORIENTE |       |       |          |       | TOTAL |
|------------------|----------------|-------|-------|----------|-------|-------|
|                  | RILSA          | AUTOS | BUSES | CAMIONES | MOTOS |       |
| <b>Frente</b>    | <b>4</b>       | 1028  | 80    | 128      | 227   | 1463  |
| <b>Izquierda</b> | <b>8</b>       | 140   | 4     | 7        | 61    | 212   |
| <b>Derecha</b>   | <b>9(4)</b>    | 0     | 0     | 0        | 0     | 0     |
| <b>Giro en U</b> | <b>10(4)</b>   | 0     | 0     | 0        | 0     | 0     |

Figura 8. Composición vehicular acceso Oriente.



Factor de hora pico

$$FHMD = 0.90$$

### 2.3. Volumen hora máxima demanda intersección vía 40 –calle 58

El factor horario de máxima demanda se muestra en la Tabla 8.

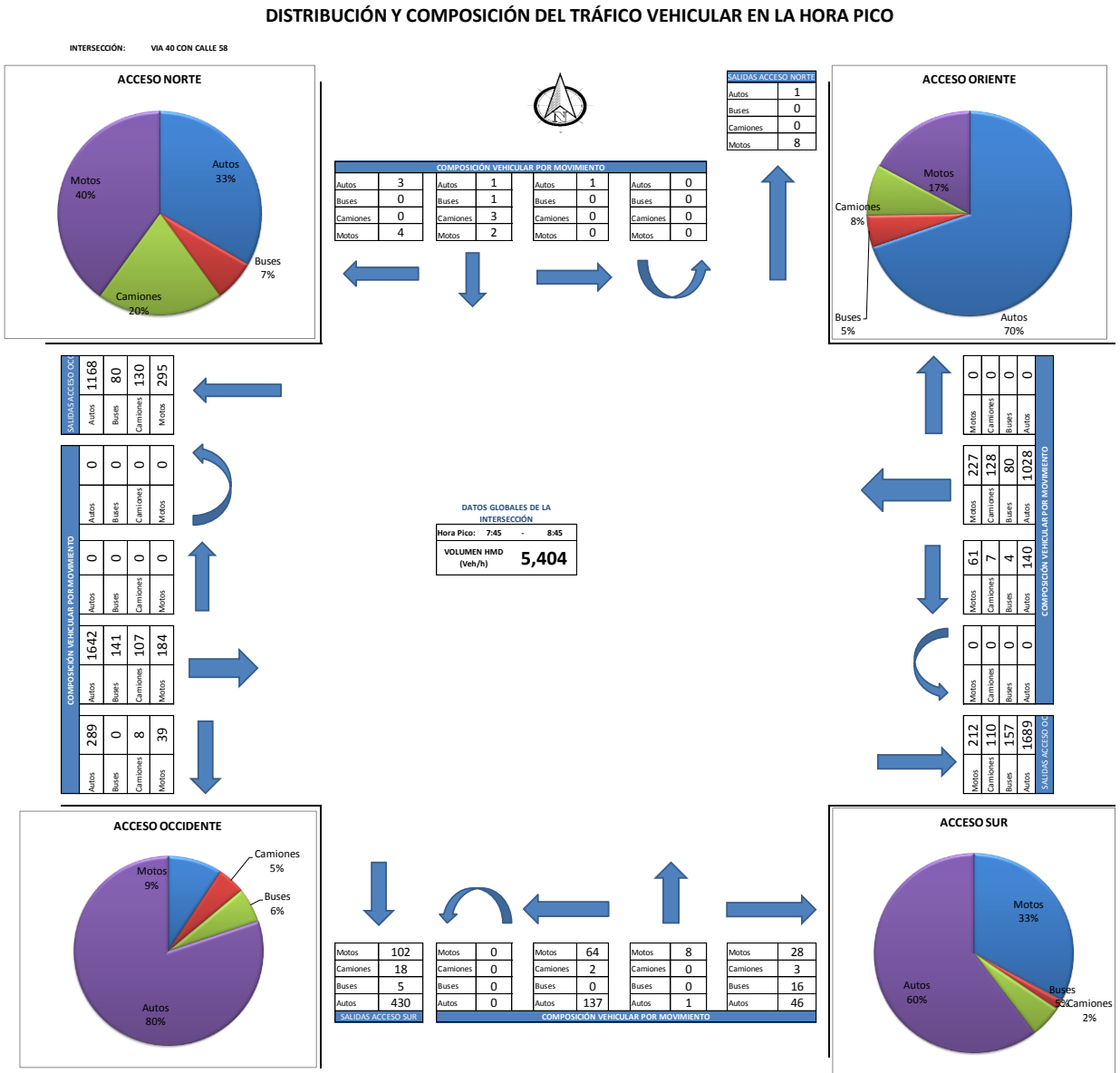
Tabla 8. Volumen horario de máxima demanda de la intersección vía 40 calle 58.

| VOLUMEN EN<br>HMD (ade) | HMD         | VEHICULOS<br>EQUIV |      |
|-------------------------|-------------|--------------------|------|
|                         |             | q15                | FHMD |
| 5,404                   | 7:45 - 8:00 | 1,313              | 0.98 |
|                         | 8:00 - 8:15 | 1,355              |      |
|                         | 8:15 - 8:30 | 1,369              |      |
|                         | 8:30 - 8:45 | 1,367              |      |

Fuente: Elaboración propia.

A continuación en la Figura 9 se representa gráficamente el resumen del estudio de tránsito de la vía 40 con calle 58 de acuerdo al tipo de movimiento y tipo de vehículo, estos datos serán utilizados para las proyecciones.

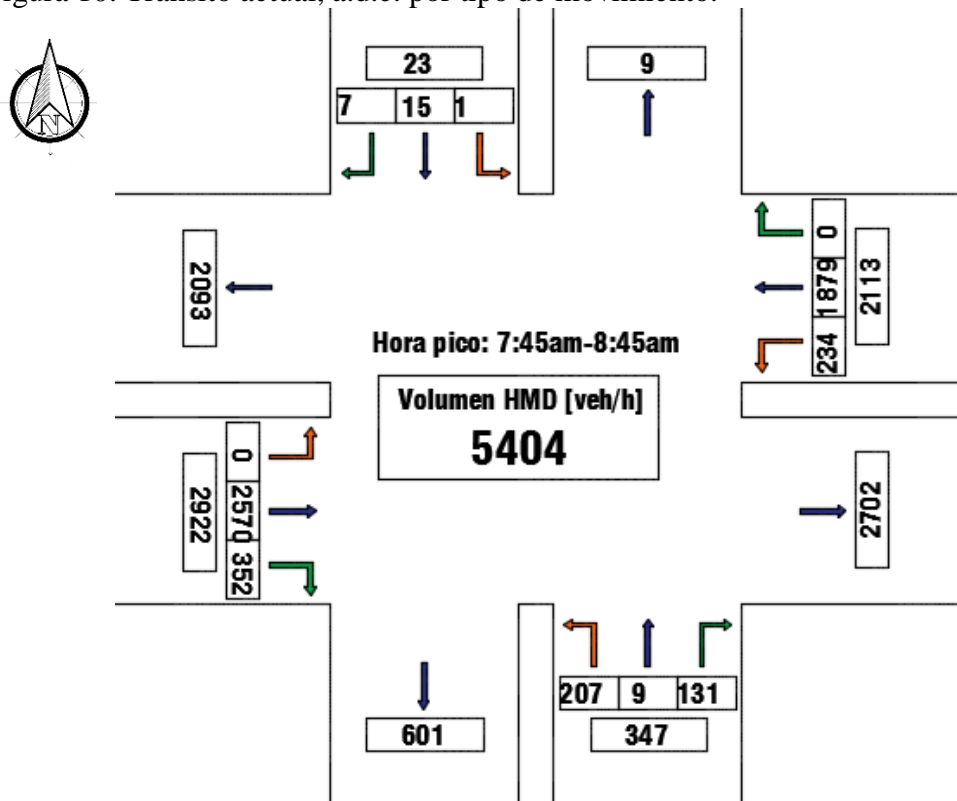
Figura 9. Distribución y composición del tráfico vehicular en la hora pico.



Fuente: Elaboración propia.

Ahora en la Figura 10 se representa gráficamente el resumen del estudio de tránsito de la vía 40 con calle 58 de acuerdo solo al tipo de movimiento.

Figura 10. Transito actual, a.d.e. por tipo de movimiento.



Fuente: Elaboración propia.

#### 2.4. Proyección vehicular intersección vía 40-calle 58.

Se realiza la proyección de los volúmenes vehiculares de acuerdo al crecimiento de la población y de acuerdo al PIB Nacional y del departamento del atlántico.

##### 2.4.1. Volumen vehicular de acuerdo al crecimiento poblacional.

La intersección tiene un volumen horario de máxima demanda de 5404 ade/hora, mostrado en el estudio de tránsito.

Debido a que no se tienen aforos históricos que proporcionen una información adecuada para la proyección vehicular, se tomará la tasa de crecimiento poblacional que se proyecta para Barranquilla, de 2016 a 2020. Estos datos se obtuvieron del DANE y se muestran en la Tabla 9.

Tabla 9. Proyección de la población de Barranquilla.

|         |                     |
|---------|---------------------|
| Código: | <b>08001</b>        |
| Ciudad: | <b>Barranquilla</b> |

| Año  | Población |
|------|-----------|
| 2015 | 2436950   |
| 2016 | 2447232   |
| 2017 | 2456542   |
| 2018 | 2464924   |
| 2019 | 2472404   |
| 2020 | 2479036   |

Fuente: DANE

Con la información anterior hallamos el factor de proyección para cada año, como se indica en la Tabla 10.

Tabla 10. Tasa de crecimiento poblacional para Barranquilla.

|        |                     |
|--------|---------------------|
| Código | <b>08001</b>        |
| Ciudad | <b>Barranquilla</b> |

| Año  | Población | Tasa de crecimiento |
|------|-----------|---------------------|
| 2015 | 2436950   |                     |
| 2016 | 2447232   | 0.42%               |
| 2017 | 2456542   | 0.38%               |
| 2018 | 2464924   | 0.34%               |
| 2019 | 2472404   | 0.30%               |
| 2020 | 2479036   | 0.27%               |

Fuente: Elaboración propia

En la Tabla 11 se multiplica esta tasa de crecimiento anual por el volumen vehicular máximo horario obtenido en el estudio de tránsito.

Tabla 11. Proyección vehicular al año 2020 intersección.

|        |                     |
|--------|---------------------|
| Código | <b>08001</b>        |
| Ciudad | <b>Barranquilla</b> |

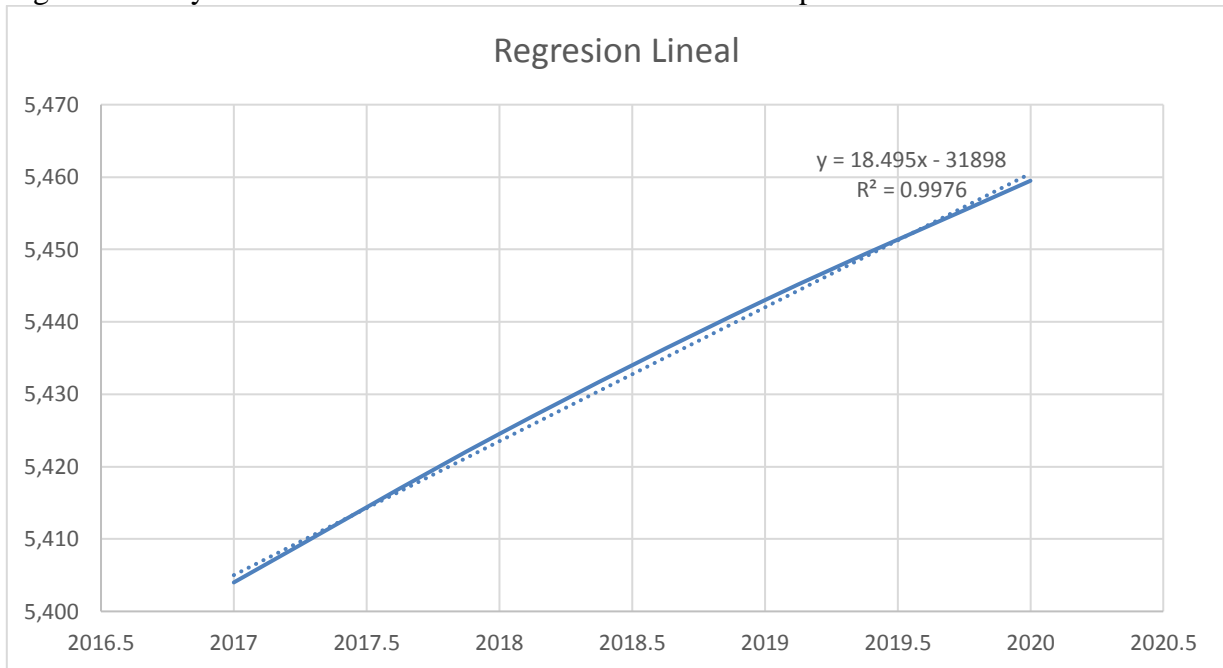
| Año  | Vol. Max hora | Tasa de crecimiento |
|------|---------------|---------------------|
| 2016 | 5404          |                     |
| 2017 | 5427          | 0.42%               |

|      |      |       |
|------|------|-------|
| 2018 | 5447 | 0.38% |
| 2019 | 5466 | 0.34% |
| 2020 | 5482 | 0.30% |

Fuente: Elaboración propia

Con los datos anteriores se realiza una proyección de tipo lineal para obtener el dato hasta el año de diseño que es 2037, es decir 20 años, esto se aprecia mejor en la Figura 11.

Figura 11. Proyecciones del tránsito de acuerdo al crecimiento poblacional.



Fuente: Elaboración propia.

Se utiliza la ecuación  $y=18.495x-31898$  para obtener los datos de los años requeridos. Se obtiene la Tabla 12:

Tabla 12. Volumen vehicular año 2037 intersección.

|        |                     |
|--------|---------------------|
| Código | <b>08001</b>        |
| Ciudad | <b>Barranquilla</b> |

| Año  | Vol. Max hora | Tasa de crecimiento | Año  | Vol. Max hora | Tasa de crecimiento |
|------|---------------|---------------------|------|---------------|---------------------|
| 2017 | 5,404         |                     |      |               |                     |
| 2018 | 5,425         | 0.38%               | 2028 | 5609.86       | 0.33%               |
| 2019 | 5,443         | 0.34%               | 2029 | 5628.355      | 0.33%               |



|             |                 |              |             |                 |              |
|-------------|-----------------|--------------|-------------|-----------------|--------------|
| 2020        | 5,459           | 0.30%        | 2030        | 5646.85         | 0.33%        |
| 2021        | 5480.395        | 0.38%        | 2031        | 5665.345        | 0.33%        |
| <b>2022</b> | <b>5498.89</b>  | <b>0.34%</b> | <b>2032</b> | <b>5683.84</b>  | <b>0.33%</b> |
| 2023        | 5517.385        | 0.34%        | 2033        | 5702.335        | 0.32%        |
| 2024        | 5535.88         | 0.33%        | 2034        | 5720.83         | 0.32%        |
| 2025        | 5554.375        | 0.33%        | 2035        | 5739.325        | 0.32%        |
| 2026        | 5572.87         | 0.33%        | 2036        | 5757.82         | 0.32%        |
| <b>2027</b> | <b>5591.365</b> | <b>0.33%</b> | <b>2037</b> | <b>5776.315</b> | <b>0.32%</b> |

Fuente: Elaboración propia

#### 2.4.2. Volumen vehicular de acuerdo al PIB Nacional y del departamento del Atlántico.

Se calculó el volumen con una tasa de crecimiento normal del 3.5% utilizando la siguiente ecuación:

$$T_p = T_1(1 + i)^n$$

Donde:

- $T_p$ = Volumen esperado
- $T_1$ =Volumen de transito durante el año base
- $i$ =Tasa de crecimiento anual
- $n$ =Periodos de diseño

Realizando el cálculo para 5, 10, 15 y 20 años contados desde el 2018

$$T_{p\ 5años} = 5404 * (1 + 0.035)^5 = 6418\ ade$$

$$T_{p\ 10años} = 5404 * (1 + 0.035)^{10} = 7623\ ade$$

$$T_{p\ 15años} = 5404 * (1 + 0.035)^{15} = 9054\ ade$$

$$T_{p\ 20años} = 5404 * (1 + 0.035)^{20} = 10753\ ade$$

## 2.5. Análisis del crecimiento vehicular vía 40 – calle 58

Los volúmenes de tránsito calculados con el crecimiento poblacional y el crecimiento del PIB son muy diferentes, sin embargo, el volumen calculado por crecimiento poblacional no se mira muy representativo considerando que la proyección del DANE solo llega hasta el 2020, por estas razones se considera trabajar con los mayores volúmenes calculados mediante el crecimiento del PIB del departamento del Atlántico.

### 2.5.1. Proyección por movimiento

Los porcentajes de cada movimiento con respecto a la intersección son los mostrados en la Tabla 13:

Tabla 13. Porcentajes de volúmenes por movimiento vía 40 calle 58.

| MOVIMIENTOS      | ACCESOS |        |           |         |
|------------------|---------|--------|-----------|---------|
|                  | NORTE   | SUR    | OCCIDENTE | ORIENTE |
| <b>Frente</b>    | 65.22%  | 2.59%  | 87.95%    | 88.93%  |
| <b>Izquierda</b> | 4.35%   | 59.65% | 0.00%     | 11.07%  |
| <b>Derecha</b>   | 30.43%  | 37.75% | 12.05%    | 0.00%   |
| <b>Giro en U</b> | 0.00%   | 0.00%  | 0.00%     | 0.00%   |

Fuente: Elaboración propia

De acuerdo con la Tabla 13 los volúmenes vehiculares para el año 5 por movimiento son los mostrados en la Tabla 14:

Tabla 14. Volúmenes futuros por movimiento para el año 5.

| MOVIMIENTOS      | VOLUMEN POR ACCESO [ade] |     |           |         |
|------------------|--------------------------|-----|-----------|---------|
|                  | NORTE                    | SUR | OCCIDENTE | ORIENTE |
| <b>Frente</b>    | 18                       | 11  | 3052      | 2231    |
| <b>Izquierda</b> | 1                        | 246 | 0         | 278     |
| <b>Derecha</b>   | 8                        | 156 | 418       | 0       |
| <b>Giro en U</b> | 0                        | 0   | 0         | 0       |
| <b>Total</b>     | 27                       | 412 | 3470      | 2509    |

Fuente: Elaboración propia

Para el año 10 los volúmenes vehiculares son los mostrados en la Tabla 15:

Tabla 15. Volúmenes futuros por movimiento para el año 10.

| MOVIMIENTOS      | VOLUMEN POR ACCESO [ade] |     |           |         |
|------------------|--------------------------|-----|-----------|---------|
|                  | NORTE                    | SUR | OCCIDENTE | ORIENTE |
| <b>Frente</b>    | 21                       | 13  | 3625      | 2650    |
| <b>Izquierda</b> | 1                        | 292 | 0         | 330     |
| <b>Derecha</b>   | 10                       | 185 | 496       | 0       |
| <b>Giro en U</b> | 0                        | 0   | 0         | 0       |
| <b>Total</b>     | 32                       | 489 | 4121      | 2980    |

Fuente: Elaboración propia

Para el año 15 los volúmenes vehiculares son los mostrados en la Tabla 16:

Tabla 16. Volúmenes futuros por movimiento para el año 15.

| MOVIMIENTOS      | VOLUMEN POR ACCESO [ade] |     |           |         |
|------------------|--------------------------|-----|-----------|---------|
|                  | NORTE                    | SUR | OCCIDENTE | ORIENTE |
| <b>Frente</b>    | 25                       | 15  | 4305      | 3147    |
| <b>Izquierda</b> | 2                        | 347 | 0         | 392     |
| <b>Derecha</b>   | 12                       | 219 | 590       | 0       |
| <b>Giro en U</b> | 0                        | 0   | 0         | 0       |
| <b>Total</b>     | 39                       | 581 | 4894      | 3539    |

Fuente: Elaboración propia

Para el año 20 los volúmenes vehiculares son los mostrados en la Tabla 17:

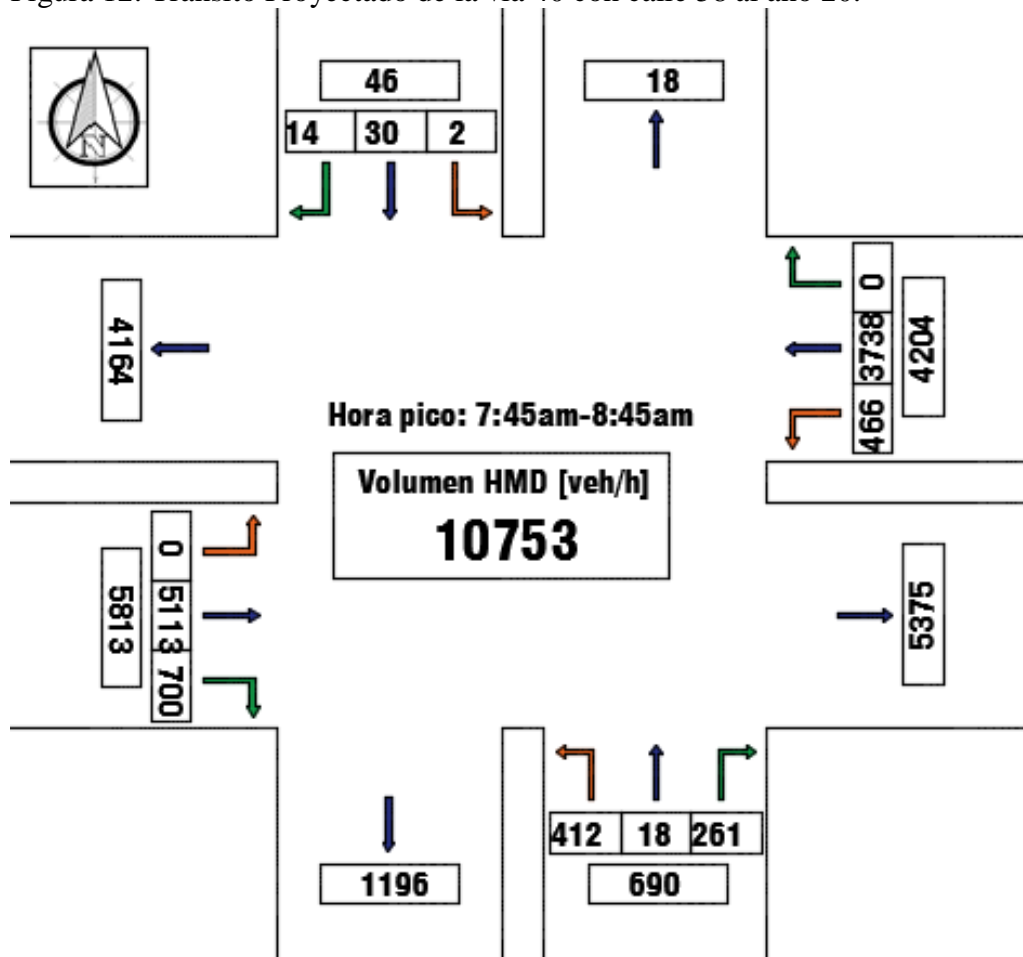
Tabla 17. Volúmenes futuros por movimiento para el año 20.

| MOVIMIENTOS      | VOLUMEN POR ACCESO [ade] |     |           |         |
|------------------|--------------------------|-----|-----------|---------|
|                  | NORTE                    | SUR | OCCIDENTE | ORIENTE |
| <b>Frente</b>    | 30                       | 18  | 5113      | 3738    |
| <b>Izquierda</b> | 2                        | 412 | 0         | 466     |
| <b>Derecha</b>   | 14                       | 261 | 700       | 0       |
| <b>Giro en U</b> | 0                        | 0   | 0         | 0       |
| <b>Total</b>     | 46                       | 690 | 5813      | 4204    |

Fuente: Elaboración propia

En la Figura 12 se indica el resumen de las proyecciones vehiculares del año 20 organizadas de acuerdo al tipo de movimiento, estas son las que permiten efectuar la micro-simulación de nuestras alternativas.

Figura 12. Transito Proyectado de la vía 40 con calle 58 al año 20.



Fuente: Elaboración Propia.

## 2.6. Resumen de aforos vehiculares Vía 40- Carrera 46.

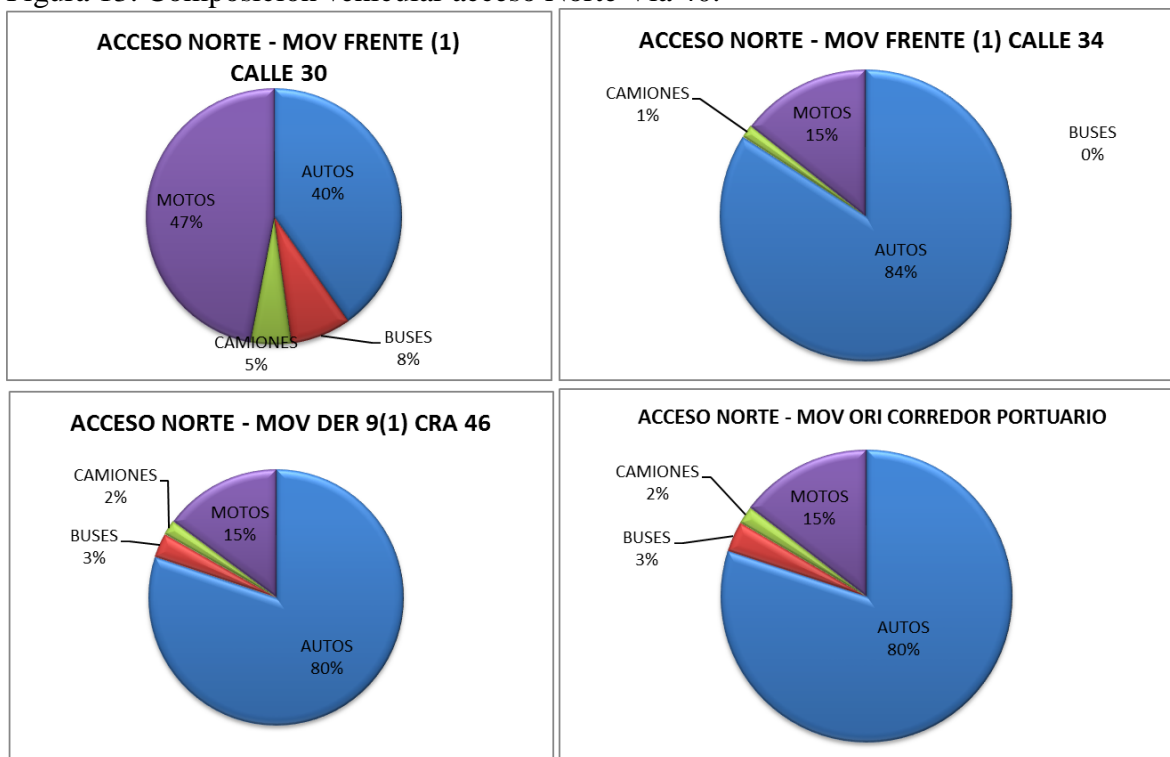
### 2.6.1. Acceso norte Vía 40

En la Tabla 18 se encuentra el resumen de los aforos vehiculares del acceso norte y en la Figura 13 la representación gráfica de esta información.

Tabla 18. Resumen aforo vehicular acceso Norte Vía 40.

| MOVIMIENTOS      | ACCESO NORTE |       |       |          |       |       |
|------------------|--------------|-------|-------|----------|-------|-------|
|                  | RILSA        | AUTOS | BUSES | CAMIONES | MOTOS | TOTAL |
| <b>Frente</b>    | <b>1</b>     | 858   | 163   | 111      | 1003  | 2135  |
| <b>Izquierda</b> | <b>5</b>     | 210   | 8     | 5        | 39    | 262   |
| <b>Derecha</b>   | <b>9(1)</b>  | 58    | 0     | 1        | 10    | 69    |
| <b>Giro en U</b> | <b>10(1)</b> | 405   | 17    | 10       | 74    | 506   |

Figura 13. Composición vehicular acceso Norte Vía 40.



Factor de hora pico

$$FHMD = 0.90$$

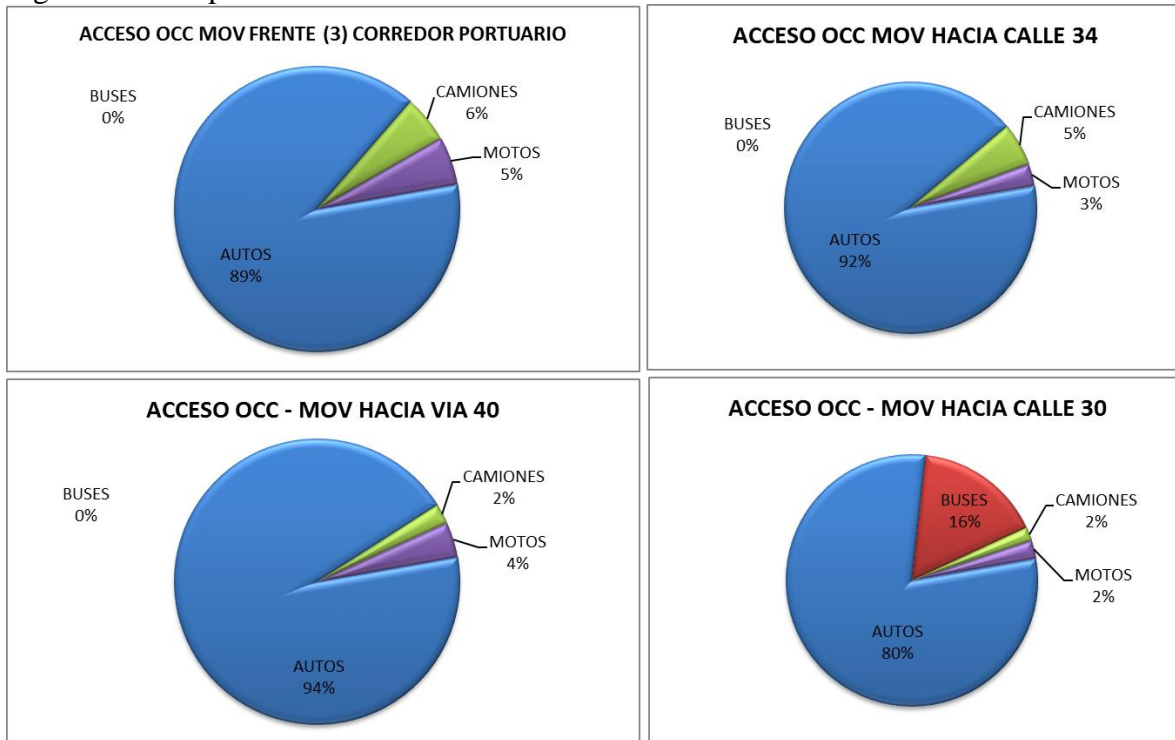
### 2.6.2. Acceso Occidente carrera 46

En la Tabla 19 se encuentra el resumen de los aforos vehiculares del acceso occidente y en la Figura 14 la representación gráfica de esta información.

Tabla 19. Resumen aforo vehicular acceso Occidente carrera 46.

| MOVIMIENTOS | ACCESO OCCIDENTE |       |       |          |       | TOTAL |
|-------------|------------------|-------|-------|----------|-------|-------|
|             | RILSA            | AUTOS | BUSES | CAMIONES | MOTOS |       |
| Frente      | 3                | 33    | 0     | 2        | 2     | 37    |
| Izquierda   | 7                | 166   | 0     | 4        | 7     | 177   |
| Derecha     | 9(3)             | 33    | 0     | 2        | 1     | 36    |
| Giro en U   | 10(3)            | 136   | 28    | 3        | 4     | 171   |

Figura 14. Composición vehicular acceso Occidente carrera 46.



Factor de hora pico

$$FHMD = 0.84$$

### 2.6.3. Acceso Oriente corredor portuario.

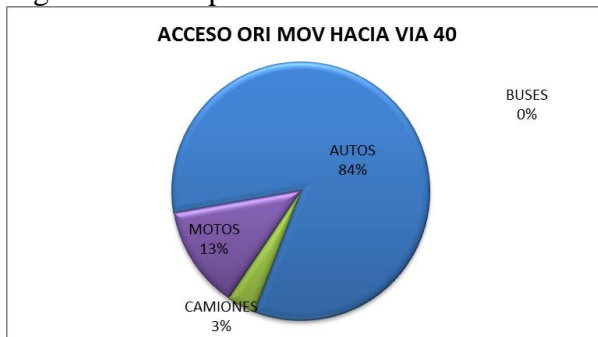
En la Tabla 20 se encuentra el resumen de los aforos vehiculares del acceso oriente y en la Figura 15 la representación gráfica de esta información.

Tabla 20. Resumen aforo vehicular acceso Oriente corredor portuario.

| MOVIMIENTOS | ACCESO ORIENTE |       |       |          |       |       |
|-------------|----------------|-------|-------|----------|-------|-------|
|             | RILSA          | AUTOS | BUSES | CAMIONES | MOTOS | TOTAL |
| Frente      | 4              | 0     | 0     | 0        | 0     | 0     |
| Izquierda   | 8              | 0     | 0     | 0        | 0     | 0     |
| Derecha     | 9(4)           | 210   | 0     | 9        | 32    | 251   |
| Giro en U   | 10(4)          | 0     | 0     | 0        | 0     | 0     |



Figura 15. Composición vehicular acceso Oriente corredor portuario.



Factor de hora pico

$$FHMD = 0.66$$

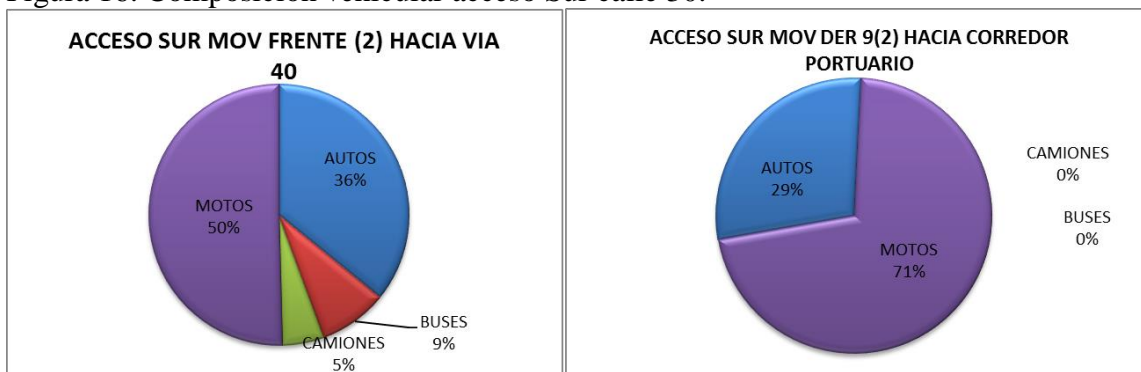
## 2.6.4. Acceso Sur calle 30.

En la Tabla 21 se encuentra el resumen de los aforos vehiculares del acceso sur calle 30 y en la Figura 16 la representación gráfica de esta información.

Tabla 21. Resumen aforo vehicular acceso Sur calle 30.

| MOVIMIENTOS | ACCESO SUR |       |       |          |       |       |
|-------------|------------|-------|-------|----------|-------|-------|
|             | RILSA      | AUTOS | BUSES | CAMIONES | MOTOS | TOTAL |
| Frente      | 2          | 579   | 138   | 84       | 814   | 1615  |
| Izquierda   | 6          | 0     | 0     | 0        | 0     | 0     |
| Derecha     | 9(2)       | 2     | 0     | 0        | 5     | 7     |
| Giro en U   | 10(2)      | 0     | 0     | 0        | 0     | 0     |

Figura 16. Composición vehicular acceso Sur calle 30.



Factor de hora pico

$$FHMD = 0.89$$

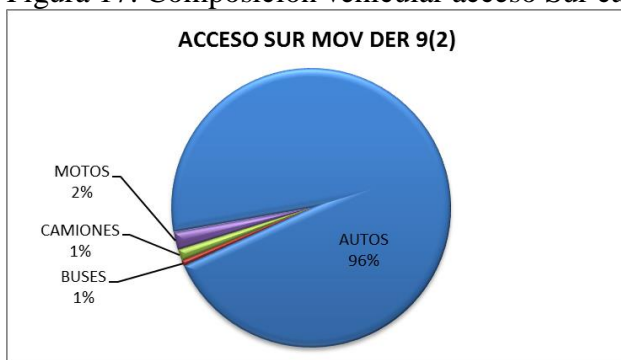
### 2.6.5. Acceso Sur calle 34.

En la Tabla 22 se encuentra el resumen de los aforos vehiculares del acceso occidente y en la Figura 17 la representación gráfica de esta información.

Tabla 22. Resumen aforo vehicular acceso Sur calle 34.

| MOVIMIENTOS | ACCESO SUR |       |       |          |       |       |
|-------------|------------|-------|-------|----------|-------|-------|
|             | RILSA      | AUTOS | BUSES | CAMIONES | MOTOS | TOTAL |
| Frente      | 2          | 0     | 0     | 0        | 0     | 0     |
| Izquierda   | 6          | 0     | 0     | 0        | 0     | 0     |
| Derecha     | 9(2)       | 286   | 2     | 4        | 6     | 298   |
| Giro en U   | 10(2)      | 0     | 0     | 0        | 0     | 0     |

Figura 17. Composición vehicular acceso Sur calle 34.



Factor de hora pico

$$FHMD = 0.96$$

### 2.7. Volumen hora máxima demanda intersección Vía 40- Carrera 46.

El factor horario de máxima demanda se muestra en la Tabla 23.

Tabla 23. Volumen horario de máxima demanda de la intersección vía 40 - carrera 46.

| VOLUMEN EN HMD (ade) | HMD           | VEHICULOS EQUIV |       |
|----------------------|---------------|-----------------|-------|
|                      |               | q15             | FHMD  |
| 6,748                | 17:45 - 18:00 | 1,702           | 0.979 |
|                      | 18:00 - 18:15 | 1,677           |       |
|                      | 18:15 - 18:30 | 1,723           |       |
|                      | 18:30 - 18:45 | 1,646           |       |

Fuente: Elaboración propia.

## 2.8. Proyección vehicular intersección Vía 40-Carrera 46.

Se realiza la proyección de los volúmenes vehiculares de acuerdo al PIB Nacional y del departamento del atlántico.

### 2.8.1. Volumen vehicular de acuerdo al PIB Nacional y del departamento del Atlántico.

Se calculó el volumen con una tasa de crecimiento normal del 3.5% utilizando la siguiente ecuación:

$$T_p = T_1(1 + i)^n$$

Donde:

- $T_p$ = Volumen esperado
- $T_1$ =Volumen de transito durante el año base
- $i$ =Tasa de crecimiento anual
- $n$ =Periodos de diseño

Realizando el cálculo para 5, 10, 15 y 20 años contados desde el 2018

$$T_{p\ 5años} = 6748 * (1 + 0.035)^5 = 8015\ ade$$

$$T_{p\ 10años} = 6748 * (1 + 0.035)^{10} = 9519\ ade$$

$$T_{p\ 15años} = 6748 * (1 + 0.035)^{15} = 11305\ ade$$

$$T_{p\ 20años} = 6748 * (1 + 0.035)^{20} = 13427\ ade$$

### 2.8.2. Proyección por movimiento

Los porcentajes de cada movimiento con respecto a la intersección son los mostrados en la Tabla 24:

Tabla 24. Porcentajes de volúmenes por movimiento via 40- carrera 46.

| MOVIMIENTOS   | ACCESOS |           |         |        |       |
|---------------|---------|-----------|---------|--------|-------|
|               | NORTE   | OCCIDENTE | ORIENTE | SUR    | SUR   |
| <b>Frente</b> | 74.49%  | 8.22%     | 0.00%   | 99.66% | 0.00% |

|                  |        |        |         |       |         |
|------------------|--------|--------|---------|-------|---------|
| <b>Izquierda</b> | 8.00%  | 37.07% | 0.00%   | 0.00% | 0.00%   |
| <b>Derecha</b>   | 1.97%  | 8.02%  | 100.00% | 0.34% | 100.00% |
| <b>Giro en U</b> | 15.55% | 46.69% | 0.00%   | 0.00% | 0.00%   |

Fuente: Elaboración propia.

De acuerdo con la Tabla 20 los volúmenes vehiculares para el año 5 por movimiento son los mostrados en la Tabla 25:

Tabla 25. Volúmenes futuros por movimiento para el año 5 vía 40- carrera 46.

| MOVIMIENTOS      | VOLUMEN POR ACCESO [ade] |           |         |      |     |
|------------------|--------------------------|-----------|---------|------|-----|
|                  | NORTE                    | OCCIDENTE | ORIENTE | SUR  | SUR |
| <b>Frente</b>    | 3187                     | 49        | 0       | 2448 | 0   |
| <b>Izquierda</b> | 342                      | 220       | 0       | 0    | 0   |
| <b>Derecha</b>   | 84                       | 48        | 319     | 8    | 368 |
| <b>Giro en U</b> | 665                      | 277       | 0       | 0    | 0   |
| <b>Total</b>     | 4278                     | 593       | 319     | 2456 | 368 |

Para el año 10 los volúmenes vehiculares son los mostrados en la Tabla 26:

Tabla 26. Volúmenes futuros por movimiento para el año 10 vía 40- carrera 46.

| MOVIMIENTOS      | VOLUMEN POR ACCESO [ade] |           |         |      |     |
|------------------|--------------------------|-----------|---------|------|-----|
|                  | NORTE                    | OCCIDENTE | ORIENTE | SUR  | SUR |
| <b>Frente</b>    | 3785                     | 58        | 0       | 2907 | 0   |
| <b>Izquierda</b> | 406                      | 261       | 0       | 0    | 0   |
| <b>Derecha</b>   | 100                      | 56        | 379     | 10   | 437 |
| <b>Giro en U</b> | 790                      | 329       | 0       | 0    | 0   |
| <b>Total</b>     | 5081                     | 704       | 379     | 2917 | 437 |

Para el año 15 los volúmenes vehiculares son los mostrados en la Tabla 27:

Tabla 27. Volúmenes futuros por movimiento para el año 15 vía 40- carrera 46.

| MOVIMIENTOS      | VOLUMEN POR ACCESO [ade] |           |         |      |     |
|------------------|--------------------------|-----------|---------|------|-----|
|                  | NORTE                    | OCCIDENTE | ORIENTE | SUR  | SUR |
| <b>Frente</b>    | 4495                     | 69        | 0       | 3453 | 0   |
| <b>Izquierda</b> | 483                      | 310       | 0       | 0    | 0   |
| <b>Derecha</b>   | 119                      | 67        | 451     | 12   | 519 |
| <b>Giro en U</b> | 938                      | 390       | 0       | 0    | 0   |
| <b>Total</b>     | 6035                     | 836       | 451     | 3465 | 519 |

Para el año 20 los volúmenes vehiculares son los mostrados en la Tabla 28:

Tabla 28. Volúmenes futuros por movimiento para el año 20 vía 40- carrera 46.

| MOVIMIENTOS      | VOLUMEN POR ACCESO [ade] |           |         |      |     |
|------------------|--------------------------|-----------|---------|------|-----|
|                  | NORTE                    | OCCIDENTE | ORIENTE | SUR  | SUR |
| <b>Frente</b>    | 5339                     | 82        | 0       | 4101 | 0   |
| <b>Izquierda</b> | 573                      | 368       | 0       | 0    | 0   |
| <b>Derecha</b>   | 141                      | 80        | 535     | 14   | 617 |
| <b>Giro en U</b> | 1114                     | 464       | 0       | 0    | 0   |
| <b>Total</b>     | 7167                     | 993       | 535     | 4115 | 617 |

## ANEXO 3.

**3. ANÁLISIS DEL NIVEL DE SERVICIO ESTADO ACTUAL.**

Para el desarrollo de la metodología se utilizará el software TSIS, el cual permite desarrollar una micro simulación del estado actual de las intersecciones, con el fin de determinar los niveles de servicio por acceso que sale o llega a la intersección y poder estudiar las condiciones que se pueden presentar con el desarrollo de las alternativas.

La problemática del flujo vehicular en la Vía 40 con calle 58 se ve afectado actualmente debido a la señal de PARE que está operando en la calle 58, la cual de acuerdo a la secretaria de movilidad de la ciudad de Barranquilla presenta un índice alto de accidentalidad.

Con la topografía y los aforos vehiculares se puede simular la demanda de automóviles en el programa TSIS.

**3.1. Nivel de servicio vía 40 calle 58**

La intersección entre la vía 40 y calle 58 está constituida por 4 accesos de llegada, a los cuales se les calcula los tiempos de demoras promedio obtenidos del resultado del análisis de nodos del software y comparándolos con los criterios de nivel de servicio para intersección con control de PARE del manual “HCM-2010”.

Teniendo en cuenta dichos parámetros se presentan los resultados obtenidos en la simulación de nodos en el programa TSIS teniendo en cuenta la red de nodos y el nivel de servicio por giro en las intersecciones actuales, dichos resultados se pueden observar en la Tabla 29, en dicha tabla se puede encontrar los datos de “Control Delay” que representa la demora retraso medio por vehículo [s/veh], y los datos de “STOP” representan el porcentaje de vehículos que tienen que detenerse.

Tabla 29. Niveles de servicio intersección vía 40 calle 58 situación actual.

| Acceso    | Control Delay [s/veh] | Stop [%] | Velocidad [Km/h] | Nivel de servicio |
|-----------|-----------------------|----------|------------------|-------------------|
| NORTE     | 2409.7                | 100.0    | 0.0              | F                 |
| SUR       | 3312.7                | 100.0    | 0.0              | F                 |
| OCCIDENTE | 0.1                   | 1.0      | 43.1             | A                 |



|         |     |      |     |   |
|---------|-----|------|-----|---|
| ORIENTE | 9.1 | 10.0 | 8.5 | F |
|---------|-----|------|-----|---|

Con el fin de visualizar de manera gráfica los resultados de la evaluación del comportamiento del flujo vehicular de la intersección, se han tomado las velocidades de viaje y se les ha asignado colores para su identificación como si indica en la Tabla 30.

Tabla 30. Niveles de servicio de acuerdo a su velocidad por color

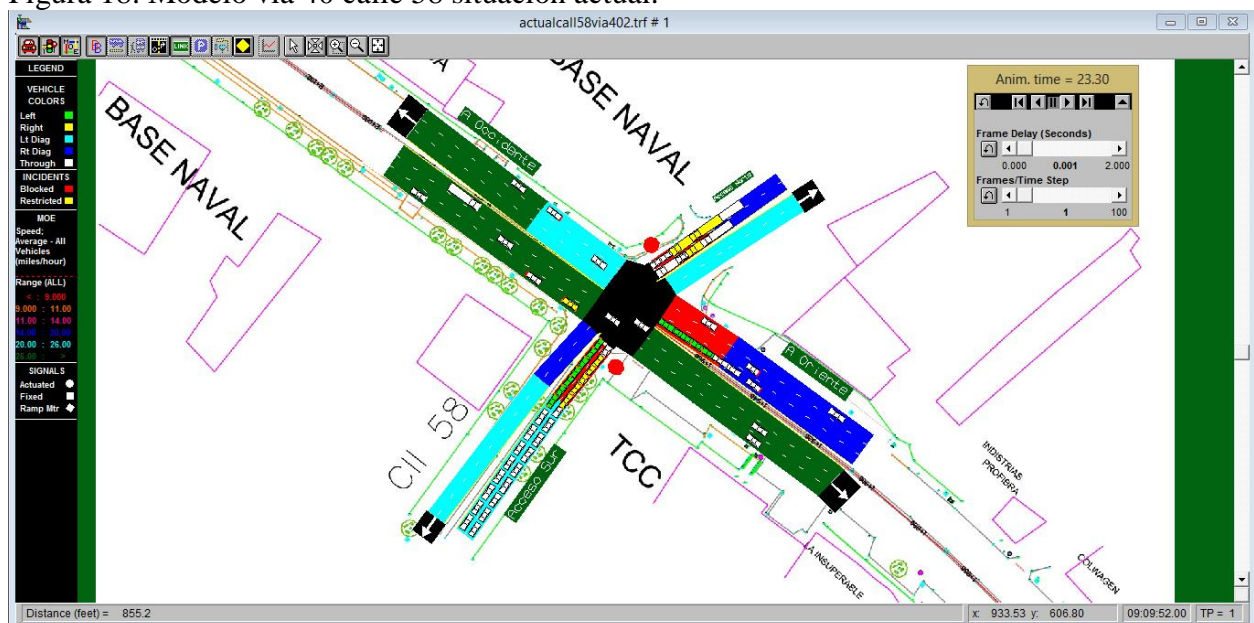
| NIVELES DE SERVICIO |                  |                      |         |
|---------------------|------------------|----------------------|---------|
| NIVEL               | VELOCIDAD [Km/h] | VELOCIDAD [millas/h] | COLOR   |
| A                   | >41              | >26                  | VERDE   |
| B                   | 32-41            | 20-26                | CYAN    |
| C                   | 23-32            | 14-20                | AZUL    |
| D                   | 18-23            | 11-14                | MAGENTA |
| E                   | 14-18            | 9-11                 | NARANJA |
| F                   | <17              | <9                   | ROJO    |

Fuente: (Highway Capacity Manual, 2010).

### 3.2. Modelo de microsimulación vía 40 calle 58 situación actual.

En la Figura 18 se representa la modelación y el nivel de servicio clasificado por color.

Figura 18. Modelo vía 40 calle 58 situación actual.



Fuente: Elaboración propia, software TSIS.

Se puede observar en la figura, que los niveles de servicio son de denominación F para los accesos Norte, Sur y Oriente, esto se debe al tipo de control que está operando, debido a los niveles altos de la vía 40 se hace imposible pasar de manera segura para los vehículos provenientes de la calle 58 y los que dan vuelta a la izquierda del acceso oriente.

### **3.3.Solución inmediata**

De acuerdo al historial de accidentalidad y los volúmenes vehiculares del estudio de tránsito obtenidos anteriormente, se observa que rompen con la capacidad y nivel de servicio de cada acceso, por este motivo como solución inmediata se analizó las condiciones de tráfico y espacio para adaptar un sistema de semaforización eficiente.

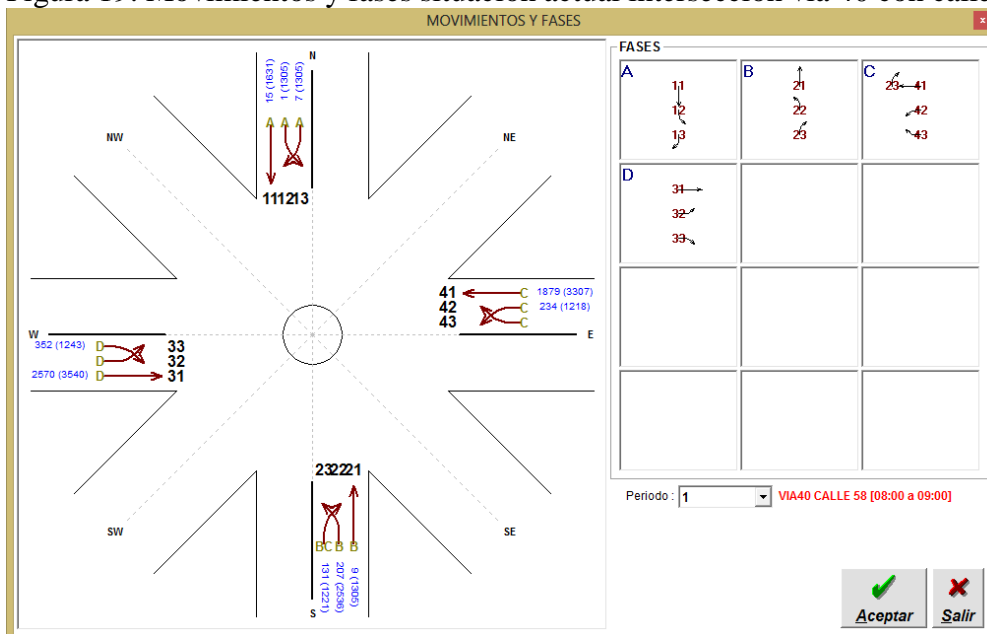
#### 3.3.1. Semaforización del estado actual.

Con el fin de reducir las demoras y los accidentes de la intersección de forma inmediata se desarrolla una programación de los tiempos de semáforo, para esto se seleccionó un controlador de tiempo fijo, se escogió esta opción teniendo en cuenta la facilidad de calibración y la posibilidad de ser adaptados e interconectados a un sistema de semaforización ya existente.

#### 3.3.2. Fases del ciclo del semáforo

Para manejar los volúmenes rectos y los volúmenes de giro a la izquierda de todos los accesos se escogió un ciclo de 4 fases, y se ingresó los datos en el software “Semáforo” desarrollado por la Universidad del Cauca como se muestra en la Figura 19:

Figura 19. Movimientos y fases situación actual intersección vía 40 con calle 58.



Fuente: Elaboración propia, software “Semáforo”

Además, se ingresaron los datos iniciales de la intersección registrados en la Tabla 31:

Tabla 31. Datos iniciales programación semáforos, situación actual.

| ACCESO    | MOVIMIENTOS | VOLUMEN [ADE/h] | CAMIONES [%] | NUMERO DE CARRILES | ANCHO CARRIL [m] | PENDIENTE [%] |
|-----------|-------------|-----------------|--------------|--------------------|------------------|---------------|
| NORTE     | Frente      | 15              | 60.00%       | 2                  | 3.1              | -1%           |
|           | Izquierda   | 1               | 0.00%        | 1                  | 3.1              | -1%           |
|           | Derecha     | 7               | 0.00%        | 1                  | 3.1              | -1%           |
| SUR       | Frente      | 9               | 0.00%        | 1                  | 3.1              | -1%           |
|           | Izquierda   | 207             | 2.90%        | 2                  | 3.1              | -1%           |
|           | Derecha     | 131             | 6.87%        | 1                  | 3.1              | -1%           |
| OCCIDENTE | Frente      | 2570            | 12.49%       | 3                  | 3.5              | -1%           |
|           | Izquierda   | 0               | 0.00%        | 1                  | 3.5              | -1%           |
|           | Derecha     | 352             | 6.82%        | 1                  | 3.5              | -1%           |
| ORIENTE   | Frente      | 1879            | 20.44%       | 3                  | 3.5              | -1%           |
|           | Izquierda   | 234             | 8.97%        | 1                  | 3.5              | -1%           |
|           | Derecha     | 0               | 0.00%        | 1                  | 3.5              | -1%           |

### 3.3.3. Determinación de flujos de saturación (s)

Teniendo en cuenta los parámetros del manual “HCM-2010”, se organizó la información que permite obtener el flujo de saturación de la Tabla 32:

Tabla 32. Flujo de saturación situación actual vía 40 calle 58.

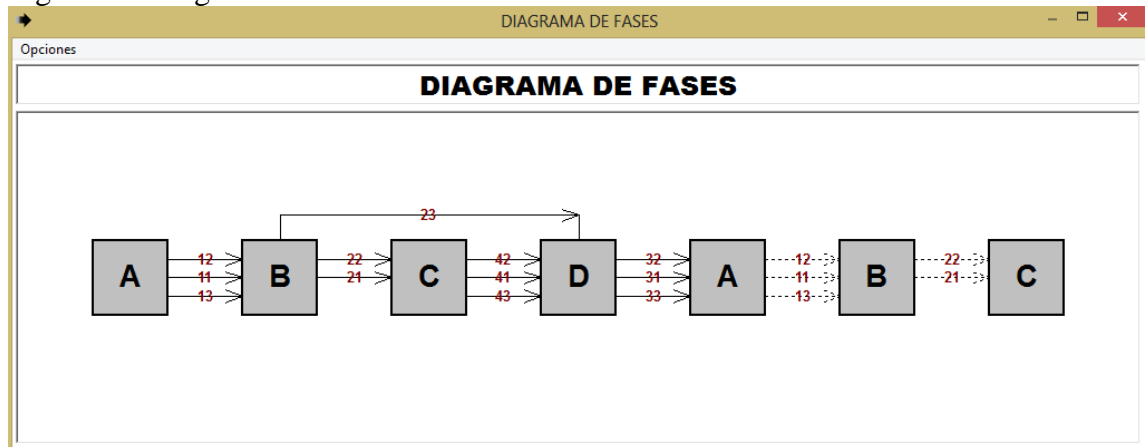
| ACCESO    | MOV.      | So   | fw | fhv  | fg    | fp   | fbv | fa  | fLLl | fLT  | fRT  | s       | "s" por carril |
|-----------|-----------|------|----|------|-------|------|-----|-----|------|------|------|---------|----------------|
| NORTE     | Frente    | 1900 | 1  | 0.63 | 0.995 | 0.95 | 1   | 0.9 | 1    | 0.95 | 0.85 | 815.36  | <b>1630.73</b> |
|           | Izquierda | 1900 | 1  | 1    | 0.995 | 0.95 | 1   | 0.9 | 1    | 0.95 | 0.85 | 1304.58 | <b>1304.58</b> |
|           | Derecha   | 1900 | 1  | 1    | 0.995 | 0.95 | 1   | 0.9 | 1    | 0.95 | 0.85 | 1304.58 | <b>1304.58</b> |
| SUR       | Frente    | 1900 | 1  | 1    | 0.995 | 0.95 | 1   | 0.9 | 1    | 0.95 | 0.85 | 1304.58 | <b>1304.58</b> |
|           | Izquierda | 1900 | 1  | 0.97 | 0.995 | 0.95 | 1   | 0.9 | 1    | 0.95 | 0.85 | 1267.83 | <b>2535.67</b> |
|           | Derecha   | 1900 | 1  | 0.94 | 0.995 | 0.95 | 1   | 0.9 | 1    | 0.95 | 0.85 | 1220.72 | <b>1220.72</b> |
| OCCIDENTE | Frente    | 1900 | 1  | 0.89 | 0.995 | 0.97 | 1   | 0.9 | 1    | 0.95 | 0.85 | 1180.08 | <b>3540.23</b> |
|           | Izquierda | 1900 | 1  | 1    | 0.995 | 0.97 | 1   | 0.9 | 1    | 0.95 | 0.85 | 1327.47 | <b>1327.47</b> |
|           | Derecha   | 1900 | 1  | 0.94 | 0.995 | 0.97 | 1   | 0.9 | 1    | 0.95 | 0.85 | 1242.74 | <b>1242.74</b> |
| ORIENTE   | Frente    | 1900 | 1  | 0.83 | 0.995 | 0.97 | 1   | 0.9 | 1    | 0.95 | 0.85 | 1102.22 | <b>3306.65</b> |
|           | Izquierda | 1900 | 1  | 0.92 | 0.995 | 0.97 | 1   | 0.9 | 1    | 0.95 | 0.85 | 1218.15 | <b>1218.15</b> |
|           | Derecha   | 1900 | 1  | 1    | 0.995 | 0.97 | 1   | 0.9 | 1    | 0.95 | 0.85 | 1327.47 | <b>1327.47</b> |

Fuente: Elaboración propia

### 3.4. Diagrama de fases

El diagrama de fases que se obtuvo es el mostrado en la Figura 20.

Figura 20. Diagrama de fases.



Ciclo seleccionado: 52 segundos repartidos como se indica en la **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.:**

### 3.5. Diagrama de Bandas

El diagrama de bandas que se obtuvo es el mostrado en la Figura 21.

Figura 21. Diagrama de Bandas.



Fuente: Elaboración propia, software “Semáforo”

### 3.6. Nivel de servicio de la situación actual con semáforo.

La regulación del tránsito con semáforos mejora considerablemente la situación de accidentalidad que se presenta, sin embargo, el nivel de servicio en la vía 40 disminuye a niveles E y F como se muestra en la Tabla 33:

Tabla 33. Niveles de servicio intersección vía 40 calle 58 solución inmediata.

| Acceso    | Control Delay [s/veh] | Stop [%] | Nivel de servicio |
|-----------|-----------------------|----------|-------------------|
| NORTE     | 9.5                   | 78.0     | B                 |
| SUR       | 0.0                   | 78.0     | B                 |
| OCCIDENTE | 57.4                  | 96.0     | E                 |
| ORIENTE   | 84.2                  | 86.0     | F                 |

Fuente: Elaboración Propia

Con el fin de visualizar de manera gráfica los resultados de la evaluación del comportamiento del flujo vehicular de la intersección, se han tomado los “Control Delay” y se les ha asignado colores para su identificación según la Tabla 34

Tabla 34. Niveles de servicio de acuerdo a “Control Delay” por color.

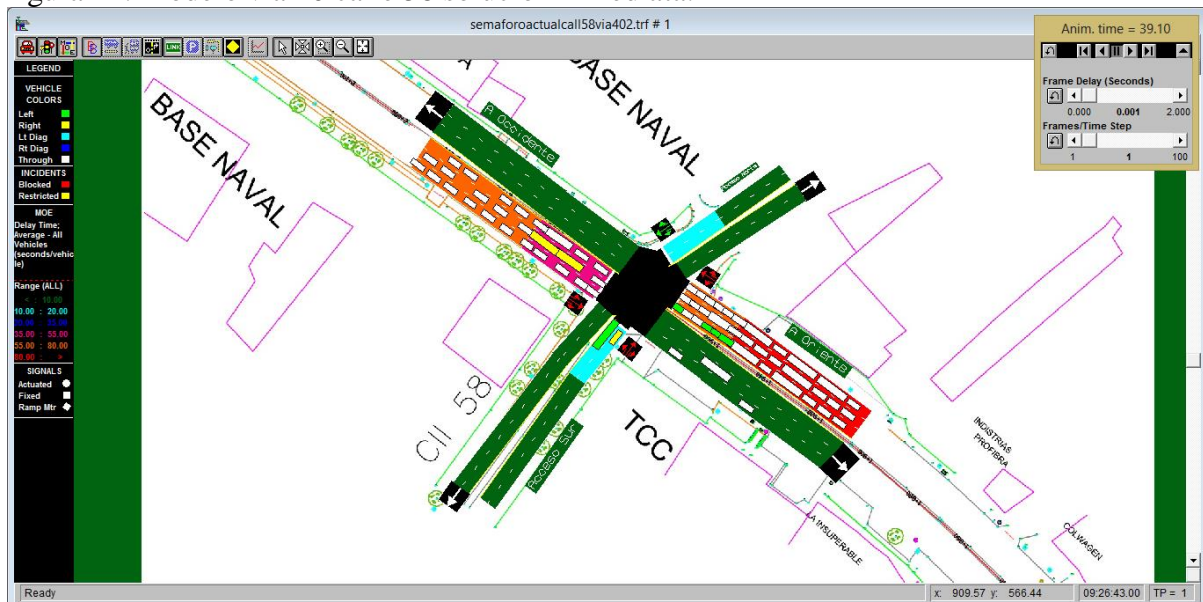
| NIVELES DE SERVICIO |                       |         |
|---------------------|-----------------------|---------|
| NIVEL               | Control Delay [s/veh] | COLOR   |
| A                   | <10                   | VERDE   |
| B                   | 10-20                 | CYAN    |
| C                   | 20-35                 | AZUL    |
| D                   | 35-55                 | MAGENTA |
| E                   | 55-80                 | NARANJA |
| F                   | >80                   | ROJO    |

Fuente: (Highway Capacity Manual, 2010).

### 3.7. Modelo vía 40 calle 58 solución inmediata

En la Figura 22 se representa la modelación y el nivel de servicio clasificado por color.

Figura 22. Modelo vía 40 calle 58 solución inmediata.



Fuente: Elaboración propia, software TSIS

## ANEXO 4.

### **4. ALTERNATIVA 1, INTERSECCIÓN SEMAFORIZADA VÍA 40 CON CALLE 58.**

#### **4.1. Parámetros de diseño.**

Para cumplir con los parámetros de seguridad, fluidez y nivel de servicio para la proyección del tránsito a 20 años, es necesario plantear una modificación del diseño geométrico que está operando actualmente, dentro de los principales parámetros para realizar estas modificaciones se encuentra la velocidad y vehículo de diseño, los cuales permiten definir los radios mínimos, transición de peraltado, longitud mínima de las curvas, pendientes longitudinales y muchos otros como se muestra a continuación:

#### **4.2. Velocidad de diseño.**

De acuerdo con lo explicado en el marco contextual del trabajo, la velocidad de diseño de la vía 40 fue de 50 Km/h mientras que la de la calle 58 fue de 40 Km/h.

#### **4.3. Vehículo de diseño.**

A partir del estudio de tránsito como se mencionó en el marco contextual del trabajo, fue posible identificar que en la intersección es permitido el tránsito de vehículos hasta de tipo C3S3 según la designación del INVIAS.

#### **4.4. Peralte máximo y radio mínimo de giro.**

Para definir los radios mínimos se debe tener presente además de la velocidad de diseño, el peralte máximo que rige en vías urbanas. Para el diseño se considera un peralte máximo del 6% y el radio mínimo de giro a 90° para el vehículo C3S3 empleando una curva simple con abocinamiento es de 35 m, desplazamiento de 0.9 m y abocinamiento de 15.1 m.

#### **4.5. Ancho de carril en los enlaces.**

Considerando la disposición para el giro en los ramales de un carril simple sin provisional de sobrepaso para vehículo varado, establece un ancho de 6.50 m para el vehículo de diseño.

#### **4.6.Pendiente longitudinal.**

Para el diseño en perfil de los alineamientos que llegan y salen de la intersección se considera la pendiente máxima del 6% y la pendiente mínima del 0.3%, además se intenta conservar las pendientes actuales para aprovechar lo máximo posible la infraestructura actual para de esta manera reducir los costos.

#### **4.7.Curvas verticales.**

Para el diseño de las curvas verticales se consideró el parámetro K el cual para curvas convexas y cóncavas a una velocidad de 50 km/h tiene un valor mínimo de 10 y un valor máximo de 50.

#### **4.8.Diseño del alineamiento horizontal.**

El estudio del alineamiento horizontal para la situación futura de la intersección, contempla la necesidad de la definición de nuevos bordes, incremento del número de carriles y ajuste de los radios de giro.

La ampliación de la vía 40 se diseñó con base en el borde izquierdo, con el fin de solo afectar las viviendas de un solo lado de la vía y reducir los costos de los predios a comprar. Las consideraciones que permiten el desarrollo de la alternativa son las siguientes:

- La vía 40 se proyecta con dos calzadas que tendrán 6 carriles cada una, se definió para el diseño un ancho de carril de 3.50 m, lo cual indica que cada calzada tiene un ancho de 21 m, además entre las calzadas se mantiene el separador central de un metro de ancho.
- La calle 58 en sentido Sur Norte tiene 9.30 m de ancho de calzada, proyectada con un carril adicional de giro a la derecha, el diseño de cada carril cuenta con un ancho de 3.10 m.
- Y la calzada en el sentido Norte Sur de la calle 58, tiene un ancho de 6.10 m, mantiene los 2 carriles de ancho 3.10 m. Entre cada calzada se conserva el separador central de 2 m.



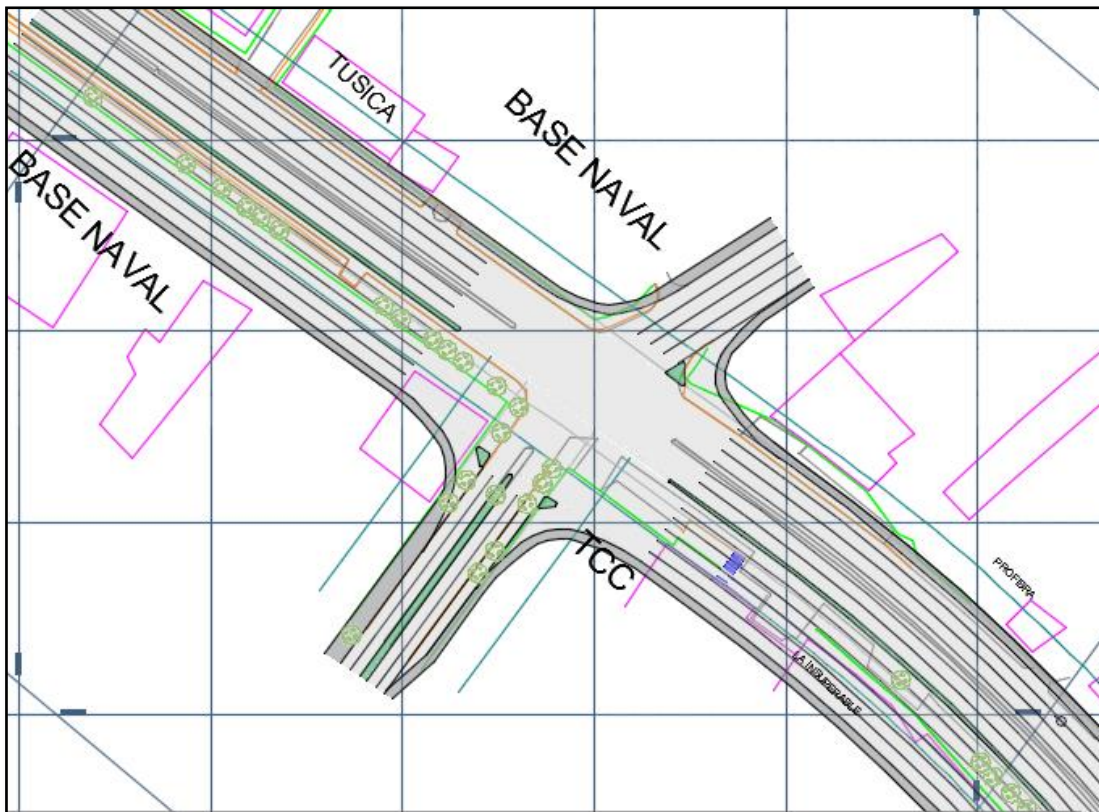
- Se realizó el diseño de 3 isletas teniendo en cuenta las consideraciones del manual de diseño geométrico INVIAS 2008, estas permiten mejorar la circulación del tránsito vehicular y peatonal.

Teniendo en cuenta lo anterior, se realizó el modelo digital del numeral 4.9.

#### 4.9. Modelo digital de la alternativa 1.

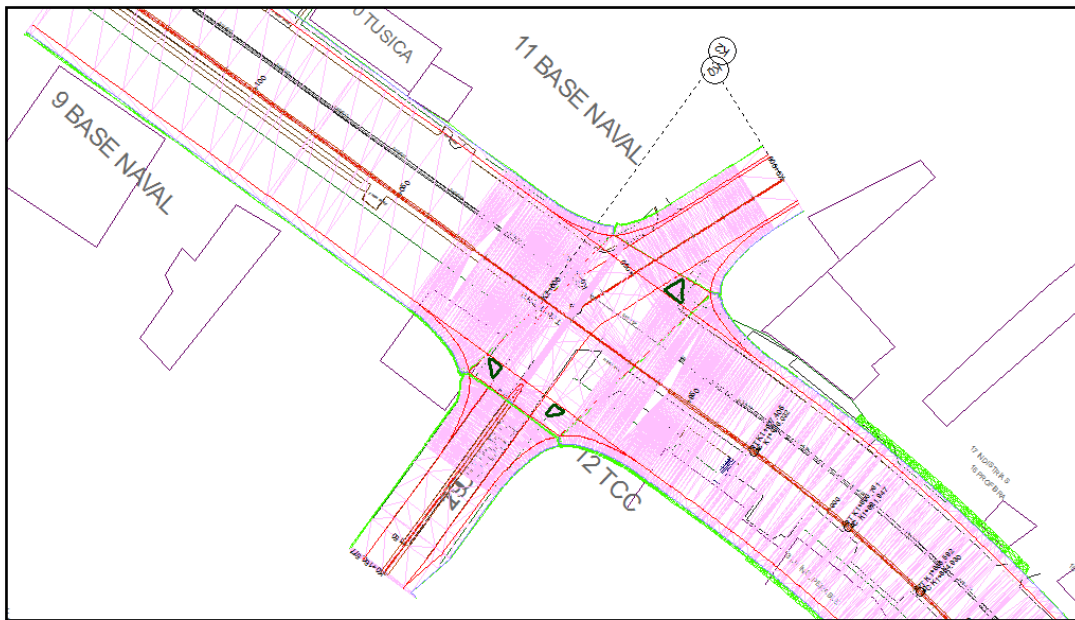
El modelo digital de la Figura 23 y Figura 24 se creó en el software AutoCAD y Topo3 respectivamente, el modelo de superficie cuenta con curvas de nivel menores cada 0.25 m y mayores cada metro.

Figura 23. Dimensionamiento y diseño preliminar alternativa 1.



Fuente: Elaboración propia, software AutoCAD

Figura 24. Modelo digital alternativa 1.



Fuente: Elaboración propia, software Topo3

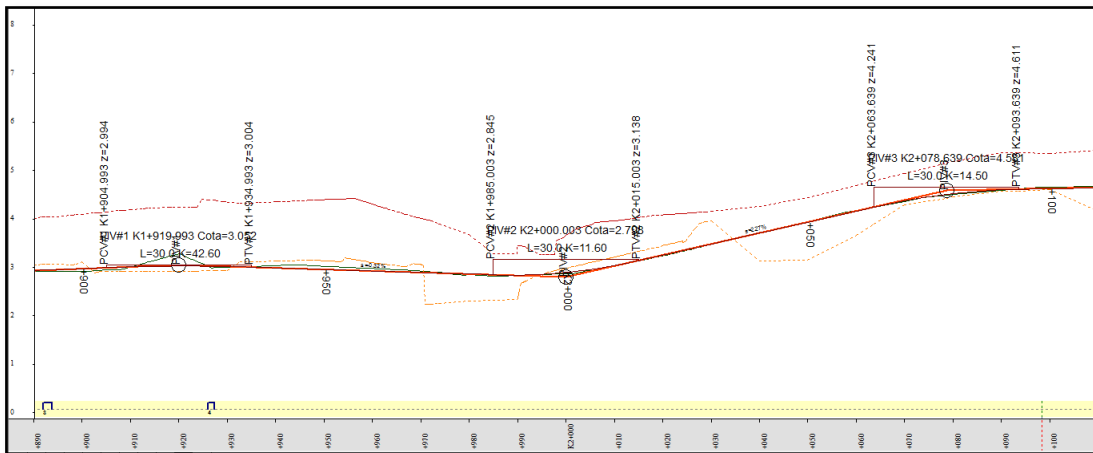
#### 4.10. Peraltes y bombeo normal de los corredores

Para la vía 40 y calle 58 se estableció un bombeo normal del 2%, teniendo en cuenta que la vía 40 tiene una mayor jerarquía que la calle 58, el peralte dominante será el de la vía 40.

#### 4.11. Diseño del alineamiento vertical

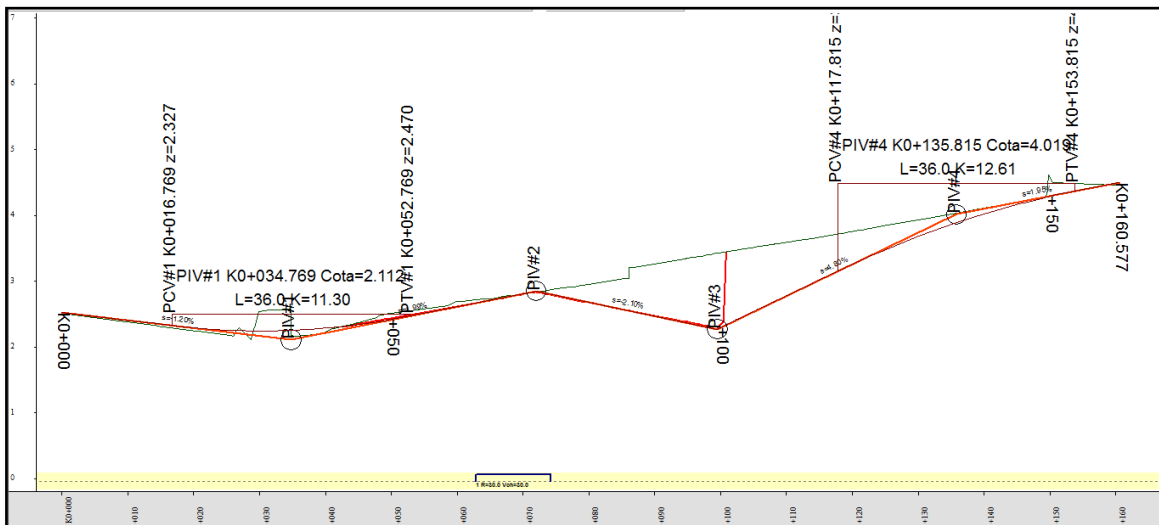
El diseño en perfil de la vía 40 y calle 58 contemplo los parámetros mínimos predefinidos anteriormente y se obtuvo el perfil de la Figura 25 y Figura 26 que corresponden a la vía 40 y calle 58 respectivamente:

Figura 25. Diseño en perfil de la vía 40 alternativa 1.



Fuente: Elaboración propia, software Topo3

Figura 26. Diseño en perfil de la calle 58 alternativa 1.

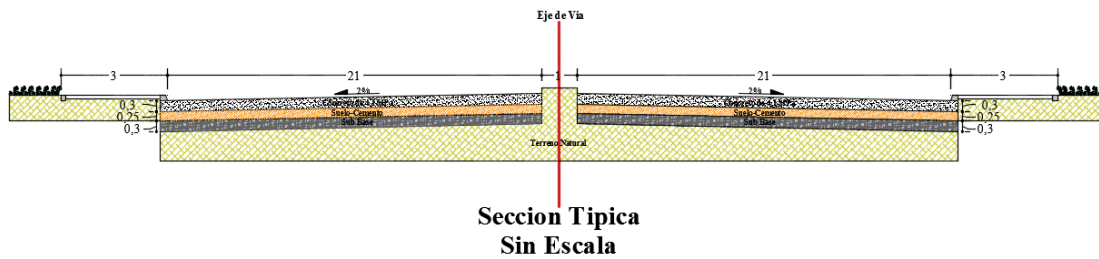


Fuente: Elaboración propia, software Topo3

#### 4.12. Secciones transversales

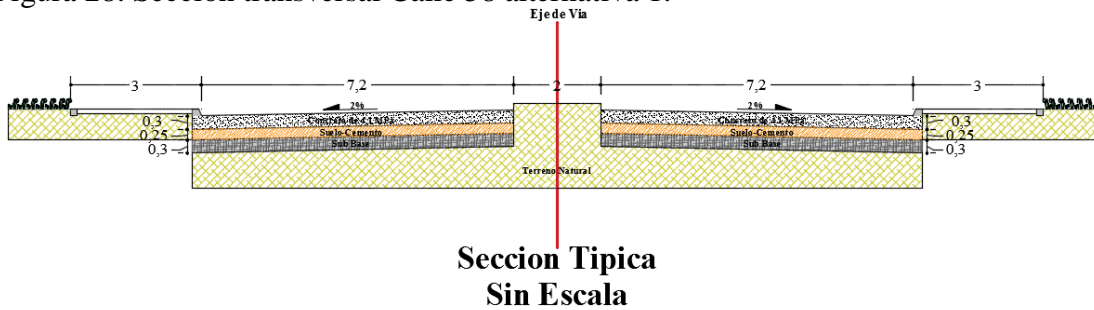
Se elaboraron dos secciones típicas, una para la vía 40 y otra para la calle 58, se controló los límites de los carriles y andenes mediante polilíneas de control debido a que estas permiten una mayor manejabilidad y variabilidad a lo largo del corredor, permitiendo cambiar la sección transversal las veces que sean necesarias para garantizar un diseño más real y eficiente. En la Figura 27 y Figura 28 se representan las secciones típicas de estas.

Figura 27. Sección transversal vía 40 alternativa 1.



Fuente: Elaboración propia, software AutoCAD

Figura 28. Sección transversal Calle 58 alternativa 1.



Fuente: Elaboración propia, software AutoCAD

#### 4.13. Modelación y nivel de servicio alternativa 1 situación futura

Con la topografía y las proyecciones de tránsito obtenidas anteriormente se realiza una microsimulación en el software TSIS, con el fin de determinar el nivel de servicio a los 5, 10, 15 y 20 años.

##### 4.13.1. Modelo de microsimulación alternativa 1 a 5 años

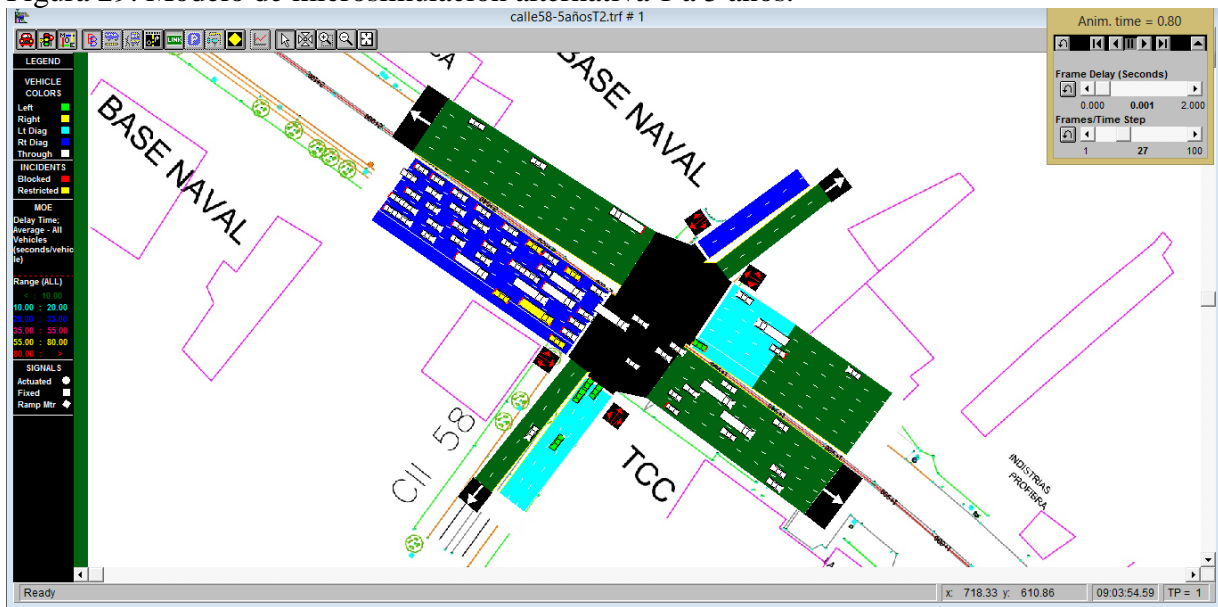
En la Tabla 35 y en la Figura 29 se muestran los resultados obtenidos de la micro-simulación.

Tabla 35. Niveles de servicio intersección vía 40 calle 58 alternativa 1 a 5 años.

| Acceso    | Control Delay [s/veh] | Stop [%] | Nivel de servicio |
|-----------|-----------------------|----------|-------------------|
| NORTE     | 17.4                  | 85       | B                 |
| SUR       | 17.2                  | 83       | B                 |
| OCCIDENTE | 27                    | 65       | C                 |
| ORIENTE   | 10.2                  | 58       | B                 |

Fuente: Elaboración Propia

Figura 29. Modelo de microsimulación alternativa 1 a 5 años.

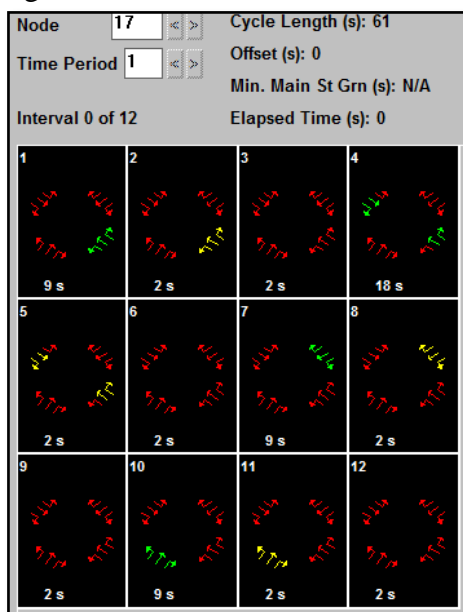


El nivel de servicio que predomina en la intersección es el nivel B.

#### 4.13.2. Modelo de microsimulación alternativa 1 a 10 años

El ciclo del semáforo se re-ajusto para el nuevo tránsito proyectado y es el mostrado en la Figura 30.

Figura 30. Ciclo del semáforo alternativa 1 a 10 años.



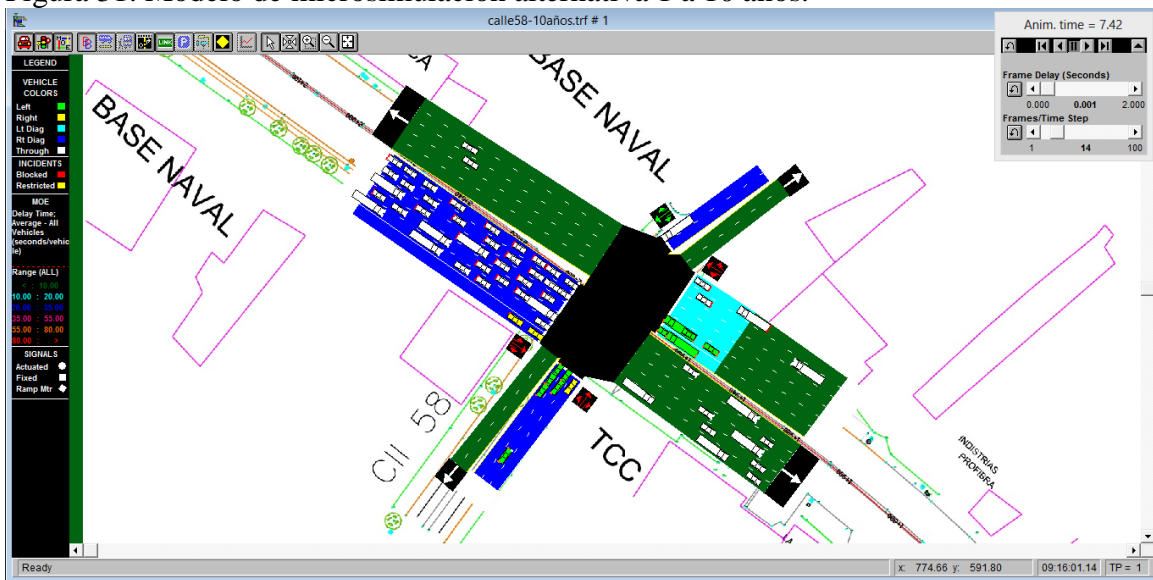
En la Tabla 36 y en la Figura 31 se muestran los resultados obtenidos de la micro-simulación.

Tabla 36. Niveles de servicio intersección vía 40 calle 58 alternativa 1 a 10 años.

| Acceso    | Control Delay [s/veh] | Stop [%] | Nivel de servicio |
|-----------|-----------------------|----------|-------------------|
| NORTE     | 23.8                  | 83       | C                 |
| SUR       | 21.6                  | 80       | C                 |
| OCCIDENTE | 20.7                  | 44       | C                 |
| ORIENTE   | 14.5                  | 55       | B                 |

Fuente: Elaboración Propia

Figura 31. Modelo de microsimulación alternativa 1 a 10 años.



El nivel de servicio que predomina en la intersección es el nivel C.

#### 4.13.3. Modelo de microsimulación alternativa 1 a 15 años

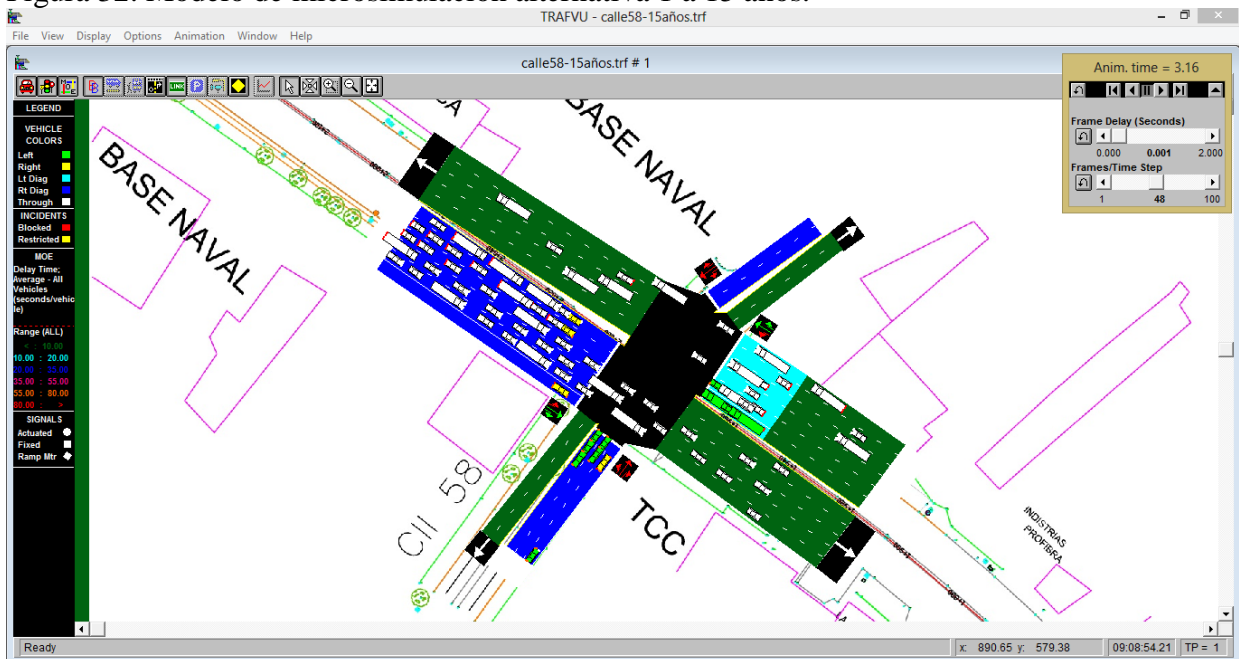
En la Tabla 37 y en la Figura 32 se muestran los resultados obtenidos de la micro-simulación.

Tabla 37. Niveles de servicio intersección vía 40 calle 58 alternativa 1 a 15 años.

| Acceso    | Control Delay [s/veh] | Stop [%] | Nivel de servicio |
|-----------|-----------------------|----------|-------------------|
| NORTE     | 25.1                  | 83       | C                 |
| SUR       | 21.8                  | 80       | C                 |
| OCCIDENTE | 21.2                  | 44       | C                 |
| ORIENTE   | 17.6                  | 54       | B                 |

Fuente: Elaboración Propia

Figura 32. Modelo de microsimulación alternativa 1 a 15 años.

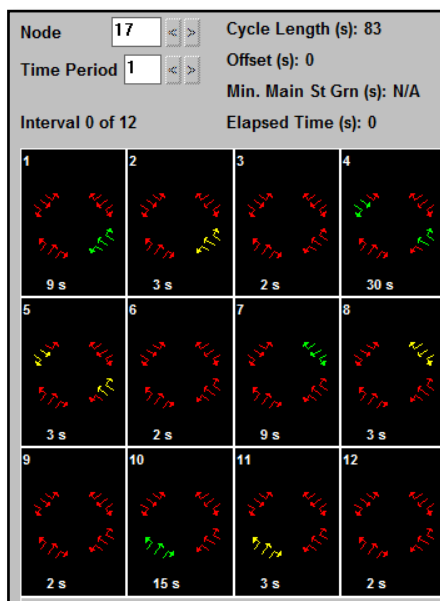


El nivel de servicio que predomina en la intersección es el nivel C.

#### 4.13.4. Modelo de microsimulación alternativa 1 a 20 años

En la Figura 33 el nuevo ciclo del semáforo adoptado para la simulación:

Figura 33. Ciclo del semáforo alternativa 1 a 20 años.





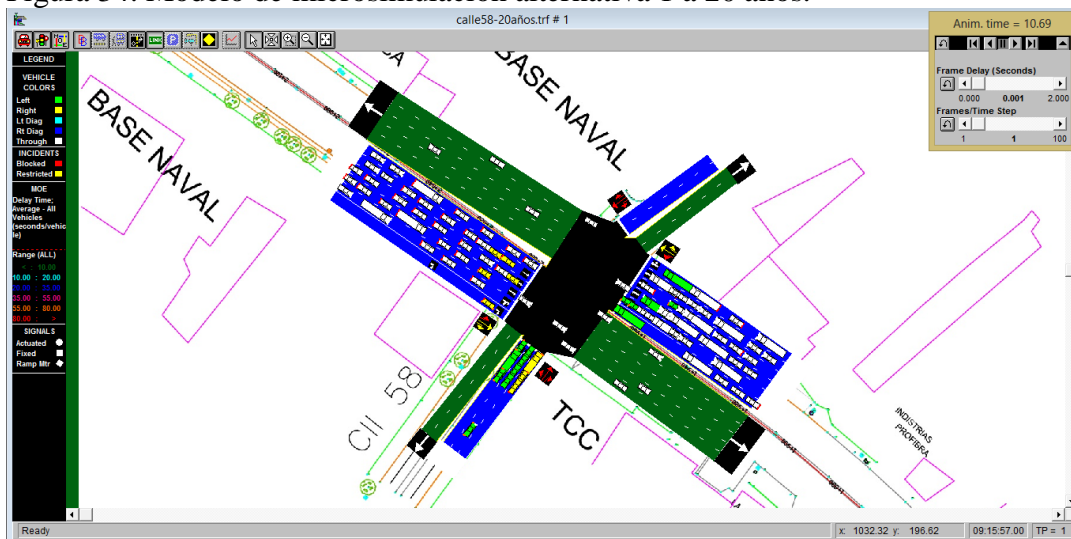
En la Tabla 38 y en la Figura 34 se muestran los resultados obtenidos de la micro-simulación.

Tabla 38. Niveles de servicio intersección vía 40 calle 58 alternativa 1 a 20 años.

| Acceso    | Control Delay [s/veh] | Stop [%] | Nivel de servicio |
|-----------|-----------------------|----------|-------------------|
| NORTE     | 22.2                  | 89       | C                 |
| SUR       | 23.2                  | 79       | C                 |
| OCCIDENTE | 19.1                  | 56       | B                 |
| ORIENTE   | 20.6                  | 43       | C                 |

Fuente: Elaboración Propia

Figura 34. Modelo de microsimulación alternativa 1 a 20 años.



El nivel de servicio que predomina en la intersección es el nivel C.



## ANEXO 5.

### **5. ALTERNATIVA 2, INTERSECCIÓN A DESNIVEL VÍA 40 CALLE 58.**

#### **5.1. Parámetros de diseño.**

Se plantea una intersección a desnivel tipo Trompeta, la cual consiste en elevar los giros a la izquierda que cuentan con mayores volúmenes vehiculares, en este caso el giro a la izquierda provenientes de la calle 58 dirección Sur-Norte y los giros a la izquierda provenientes de la vía 40 dirección Este-Oeste. Los parámetros fundamentales para el diseño de los ramales de enlace es la velocidad y el vehículo de diseño, cumpliendo con el manual de diseño geométrico de carreteras INVIAS 2008 tenemos:

#### **5.2. Velocidad de diseño.**

De acuerdo con lo explicado en el marco contextual del trabajo, la velocidad de diseño de la vía 40 fue de 50 Km/h mientras que la de la calle 58 fue de 40 Km/h. Y para los ramales de enlace se estableció una velocidad de 30 Km/h.

#### **5.3. Vehículo de diseño.**

A partir del estudio de tránsito como se mencionó en el marco contextual del trabajo, fue posible identificar que en la intersección es permitido el tránsito de vehículos hasta de tipo C3S3 según la designación del INVIAS.

#### **5.4. Radios de giro y peraltes adoptados.**

El radio mínimo para el diseño de los enlaces de entrada y de salida fue 21 m. considerando también un peralte máximo del 6%.

#### **5.5. Ancho de carril en los enlaces.**

Considerando la disposición para el giro en los ramales de un carril simple sin provisional de sobrepaso para vehículo varado de la tabla, establece un ancho de 6.50 m para el vehículo de diseño.

### **5.6.Pendiente longitudinal.**

Para el diseño en perfil de los alineamientos que llegan y salen de la intersección se considera la pendiente máxima del 6% y la pendiente mínima del 0.3%, además se intenta conservar las pendientes actuales para aprovechar lo máximo posible la infraestructura actual para de esta manera reducir los costos.

### **5.7.Curvas verticales**

Para el diseño de las curvas verticales se consideró el parámetro K el cual para curvas convexas y cóncavas a una velocidad de 50 km/h tiene un valor mínimo de 10 y un valor máximo de 50.

### **5.8.Diseño del alineamiento horizontal.**

El estudio del alineamiento horizontal para la situación futura de la intersección, contempla la necesidad de la definición de nuevos bordes, implementación de carriles de aceleración y desaceleración y ajuste de los radios de giro.

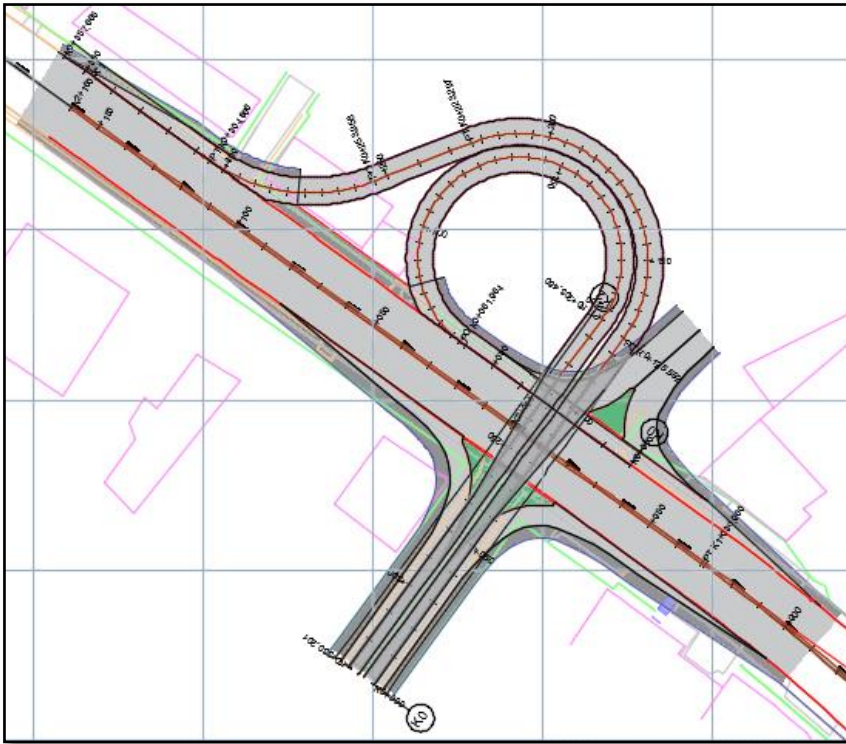
### **5.9.Longitud de carril de aceleración y desaceleración.**

La longitud del carril de aceleración y desaceleración se estimó en 45 m. incluyendo la zona de transición.

### **5.10. Dimensionamiento y diseño preliminar de la intersección.**

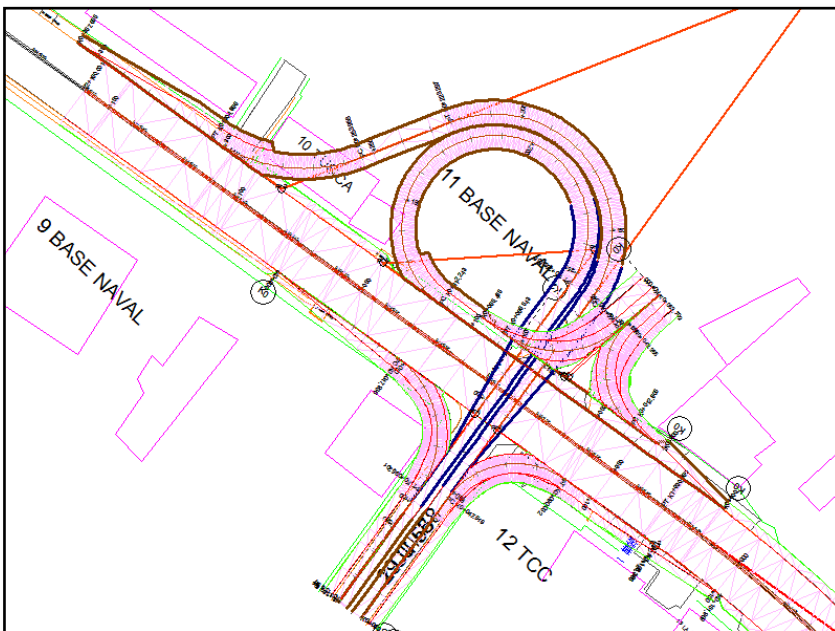
En la Figura 35 y Figura 36 se muestra el dimensionamiento y diseño digital de la alternativa a desnivel planteada para un tránsito proyectado a 20 años.

Figura 35. Dimensionamiento y diseño preliminar alternativa 2.



Fuente: Elaboración propia, software AutoCAD

Figura 36. Modelo digital alternativa 2.



Fuente: Elaboración propia, software Topo3

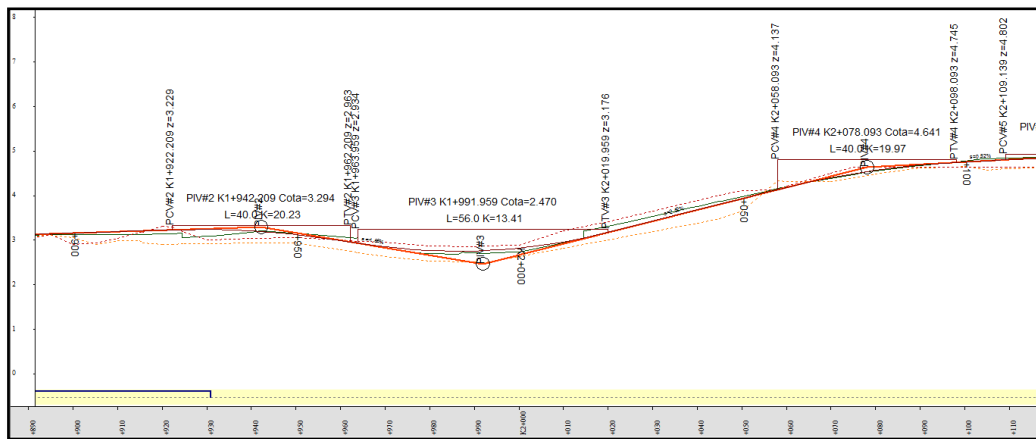
### 5.11. Peraltes y bombeo normal de los corredores

Para la vía 40 y calle 58 se estableció un bombeo normal del 2%, teniendo en cuenta que la vía 40 tiene una mayor jerarquía que la calle 58, el peralte dominante será el de la vía 40.

### 5.12. Diseño del alineamiento vertical

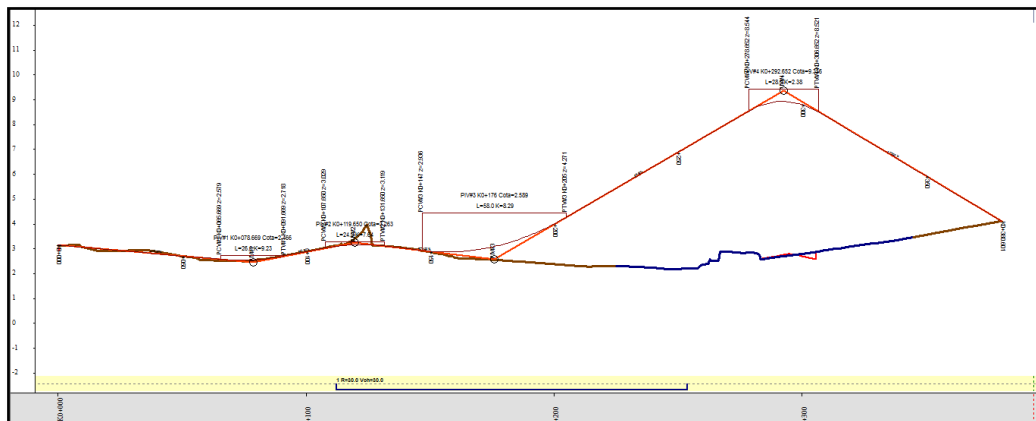
El diseño en perfil de la vía 40 y calle 58 contemplo los parámetros mínimos predefinidos anteriormente y se obtuvo los perfiles indicados en la Figura 37, Figura 38 y Figura 39

Figura 37. Diseño en perfil de la vía 40 alternativa 2.



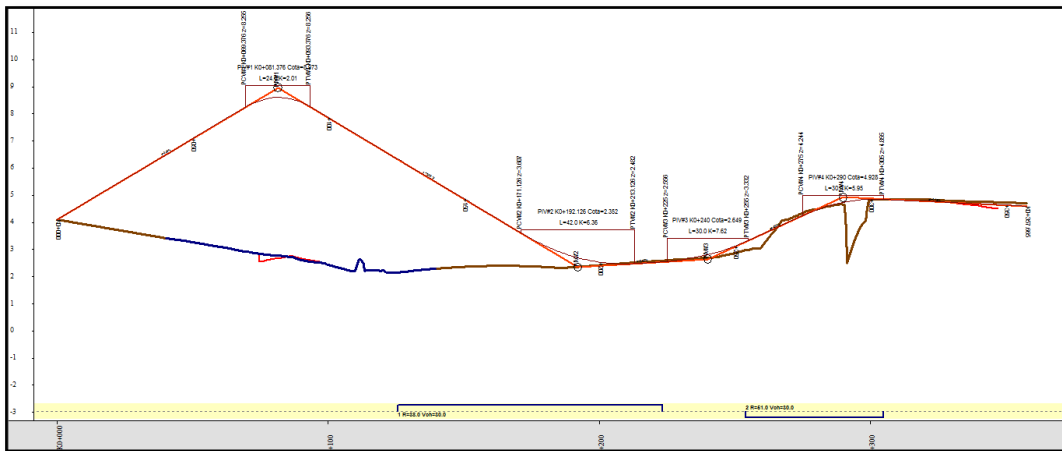
Fuente: Elaboración propia, software Topo3

Figura 38. Diseño en perfil giro a la izquierda acceso oriente alternativa 2.



Fuente: Elaboración propia, software Topo3

Figura 39. Diseño en perfil giro a la izquierda acceso sur.

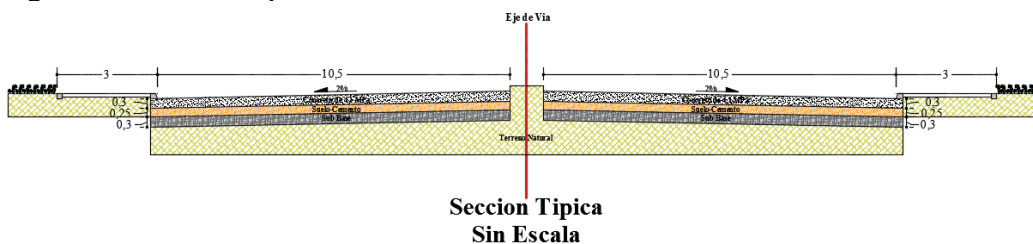


Fuente: Elaboración propia, software Topo3

### 5.13. Secciones transversales

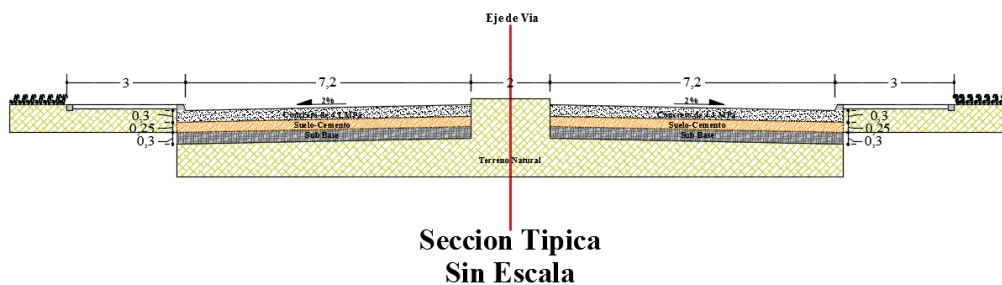
Se elaboraron dos secciones típicas, una para la vía 40 y otra para la calle 58, se controló los límites de los carriles y andenes mediante polilíneas de control debido a que estas permiten una mayor manejabilidad y variabilidad a lo largo del corredor, permitiendo cambiar la sección transversal las veces que sean necesarias para garantizar un diseño más real y eficiente. Las secciones típicas se muestran en la Figura 40 y Figura 41

Figura 40. Sección típica vía 40 alternativa 2.



Fuente: Elaboración propia

Figura 41. Sección típica calle 58 alternativa 2.



Fuente: Elaboración propia

### 5.14. Modelación y nivel de servicio alternativa 2 situación futura

Con la topografía y las proyecciones de tránsito obtenidas anteriormente se realiza una microsimulación en el software TSIS, con el fin de determinar el nivel de servicio a los 5, 10, 15 y 20 años. Evaluamos cada tramo de la intersección de acuerdo a su velocidad utilizando la Tabla 30.

#### 5.14.1. Modelo de microsimulación alternativa 2 a 5 años.

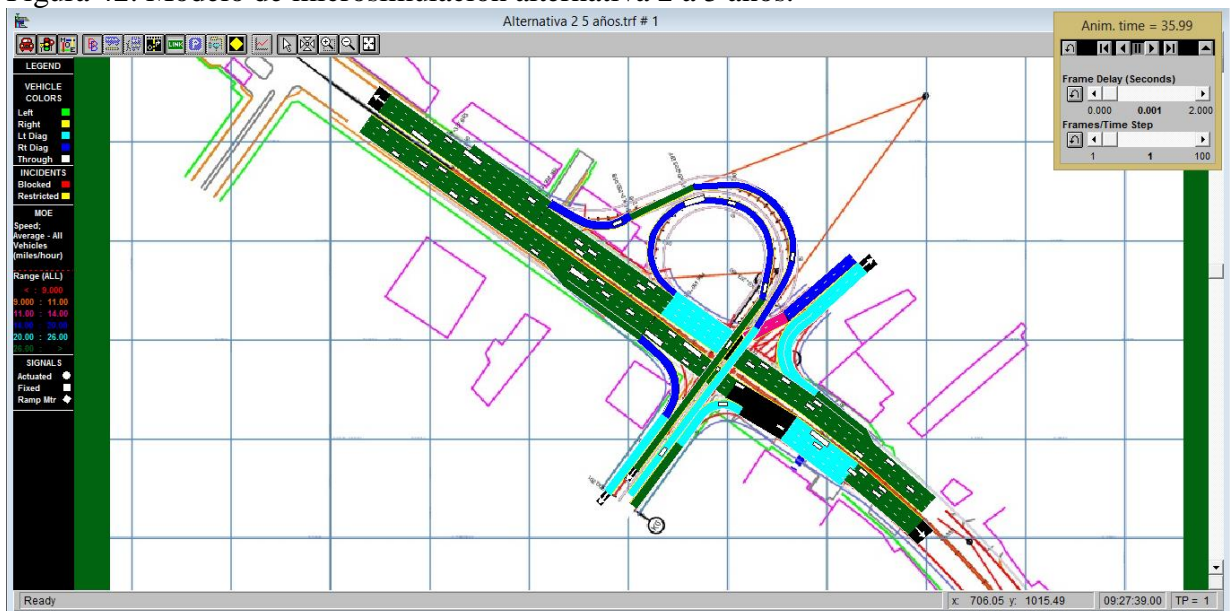
En la Tabla 39 y en la Figura 42 se muestran los resultados obtenidos de la micro-simulación.

Tabla 39. Niveles de servicio intersección vía 40 calle 58 alternativa 2 a 5 años.

| Acceso    | Velocidad [Km/h] | Velocidad [millas/h] | Nivel de servicio |
|-----------|------------------|----------------------|-------------------|
| NORTE     | 19               | 12                   | D                 |
| SUR       | 29               | 18                   | C                 |
| OCCIDENTE | 40               | 25                   | B                 |
| ORIENTE   | 34               | 21                   | B                 |

Fuente: Elaboración Propia

Figura 42. Modelo de microsimulación alternativa 2 a 5 años.



El nivel de servicio que predomina en la intersección es el nivel B.

#### 5.14.2. Modelo de microsimulación alternativa 2 a 10 años.

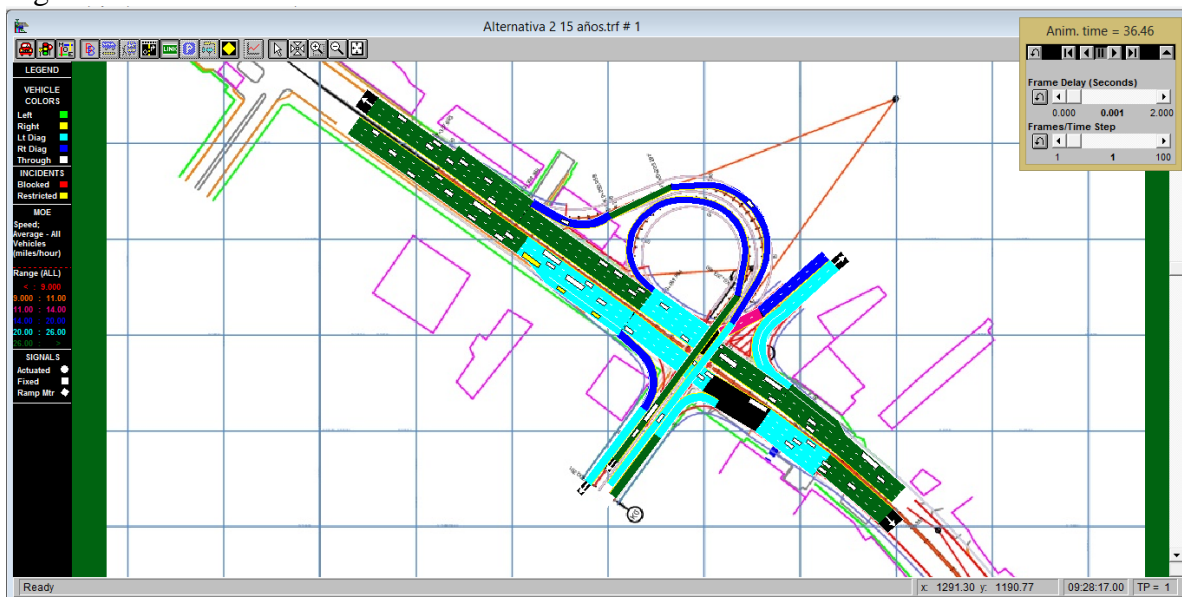
En la Tabla 40 y en la Figura 43 se muestran los resultados obtenidos de la micro-simulación.

Tabla 40. Niveles de servicio intersección vía 40 calle 58 alternativa 2 a 10 años.

| Acceso    | Velocidad [Km/h] | Velocidad [millas/h] | Nivel de servicio |
|-----------|------------------|----------------------|-------------------|
| NORTE     | 19               | 12                   | D                 |
| SUR       | 29               | 18                   | C                 |
| OCCIDENTE | 38               | 24                   | B                 |
| ORIENTE   | 32               | 20                   | B                 |

Fuente: Elaboración Propia

Figura 43. Modelo de microsimulación alternativa 2 a 10 años.



El nivel de servicio que predomina en la intersección es el nivel B.

#### 5.14.3. Modelo de microsimulación alternativa 2 a 15 años.

En la Tabla 41 y en la Figura 44 se muestran los resultados obtenidos de la micro-simulación.

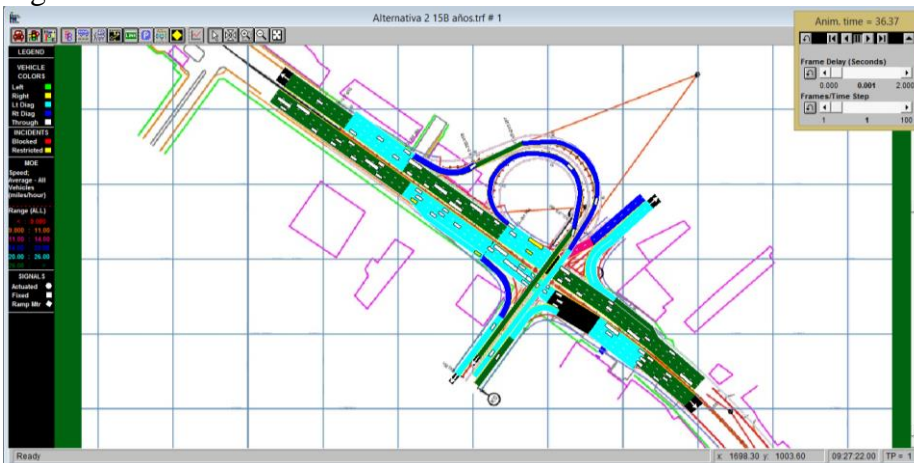
Tabla 41. Niveles de servicio intersección vía 40 calle 58 alternativa 2 a 15 años.

| Acceso    | Velocidad [Km/h] | Velocidad [millas/h] | Nivel de servicio |
|-----------|------------------|----------------------|-------------------|
| NORTE     | 19               | 12                   | D                 |
| SUR       | 30               | 19                   | C                 |
| OCCIDENTE | 35               | 22                   | B                 |
| ORIENTE   | 34               | 21                   | B                 |

Fuente: Elaboración Propia



Figura 44. Modelo de microsimulación alternativa 2 a 15 años.



El nivel de servicio que predomina en la intersección es el nivel B.

#### 5.14.4. Modelo de microsimulación alternativa 2 a 20 años.

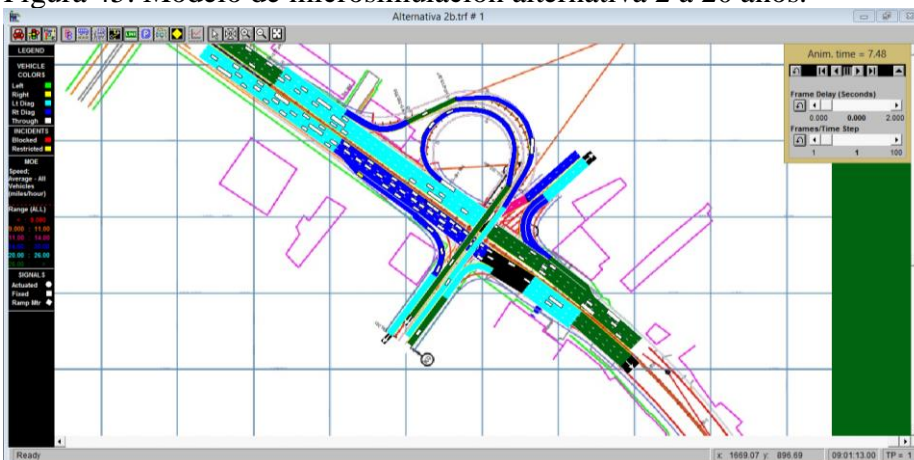
En la Tabla 42 y en la Figura 45 se muestran los resultados obtenidos de la micro-simulación.

Tabla 42. Niveles de servicio intersección vía 40 calle 58 alternativa 2 a 20 años.

| Acceso    | Velocidad [Km/h] | Velocidad [millas/h] | Nivel de servicio |
|-----------|------------------|----------------------|-------------------|
| NORTE     | 19               | 12                   | D                 |
| SUR       | 29               | 18                   | C                 |
| OCCIDENTE | 29               | 18                   | C                 |
| ORIENTE   | 31               | 19                   | C                 |

Fuente: Elaboración Propia

Figura 45. Modelo de microsimulación alternativa 2 a 20 años.



El nivel de servicio que predomina en la intersección es el nivel C.



## ANEXO 6.

### **6. ALTERNATIVA 3, INTERSECCIÓN A DESNIVEL CON GLORIETA VÍA 40 CALLE 58.**

#### **6.1. Parámetros de diseño**

Se plantea una intersección a desnivel con glorieta, la cual consiste en elevar la calzada principal, en este caso la vía 40, la cual tiene los cruces directos con mayores volúmenes vehiculares, y separarlos de los volúmenes de la calle 58, los cuales convergen a la glorieta incluyendo los giros a la derecha e izquierda de la vía 40. Para el diseño de los ramales de enlace y de la glorieta se necesita tener en cuenta parámetros como la velocidad de diseño, el vehículo de diseño, radios mínimos y pendientes, los cuales se basan fundamentalmente en lo estipulado en el manual de diseño geométrico de carreteras INVIAS 2008.

#### **6.2. Velocidad de diseño**

De acuerdo con lo explicado en el marco contextual del trabajo, la velocidad de diseño de la vía 40 fue de 50 Km/h mientras que la de la calle 58 fue de 40 Km/h. Y para los ramales de enlace se estableció una velocidad de 30 Km/h.

#### **6.3. Vehículo de diseño**

A partir del estudio de tránsito como se mencionó en el marco contextual del trabajo, fue posible identificar que en la intersección es permitido el tránsito de vehículos hasta de tipo C3S3 según la designación del INVIAS.

#### **6.4. Radios de giro y peraltes adoptados**

El radio mínimo para el diseño de los enlaces de entrada y de salida fue 21 m. para un peralte máximo del 6%.

### **6.5. Ancho de carril en los enlaces**

Considerando la disposición para el giro en los ramales de un carril simple sin provisional de sobrepaso para vehículo varado, establece un ancho de 6.50 m para el vehículo de diseño.

### **6.6. Pendiente longitudinal**

Para el diseño en perfil de los alineamientos que llegan y salen de la intersección se considera la pendiente máxima del 6% y la pendiente mínima del 0.3%, además se intenta conservar las pendientes actuales para aprovechar lo máximo posible la infraestructura actual para de esta manera reducir los costos.

### **6.7. Curvas verticales**

Para el diseño de las curvas verticales se consideró el parámetro K el cual para curvas convexas y cóncavas a una velocidad de 50 km/h tiene un valor mínimo de 10 y un valor máximo de 50.

### **6.8. Diseño del alineamiento horizontal**

El estudio del alineamiento horizontal para la situación futura de la intersección, contempla la necesidad de la definición de nuevos bordes, implementación de carriles de aceleración y desaceleración y ajuste de los radios de giro.

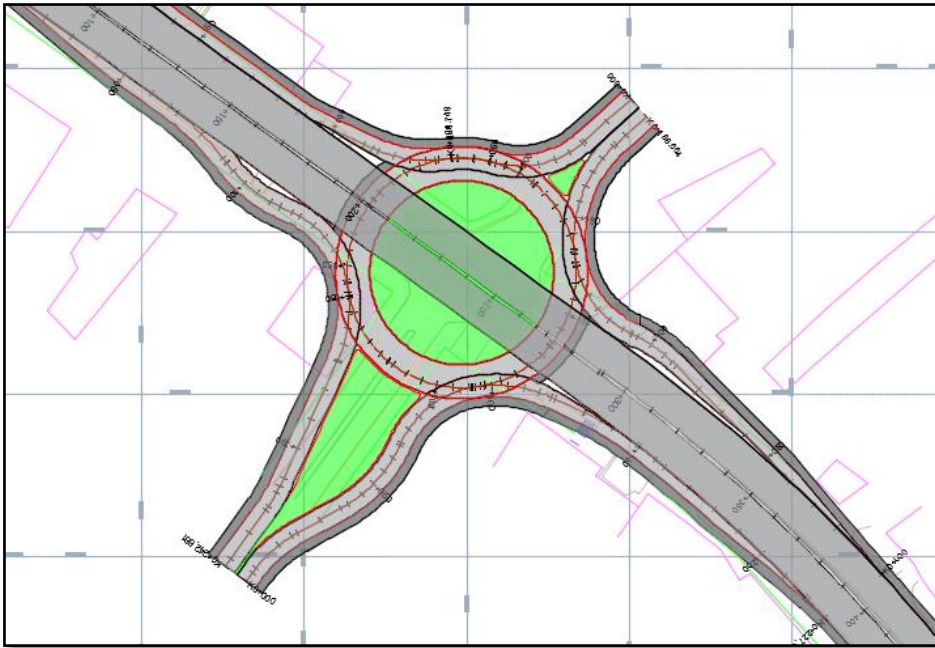
### **6.9. Longitud de carril de aceleración y desaceleración**

La longitud del carril de aceleración y desaceleración se estimó en 45 m. incluyendo la zona de transición.

### **6.10. Dimensionamiento y diseño preliminar de la intersección**

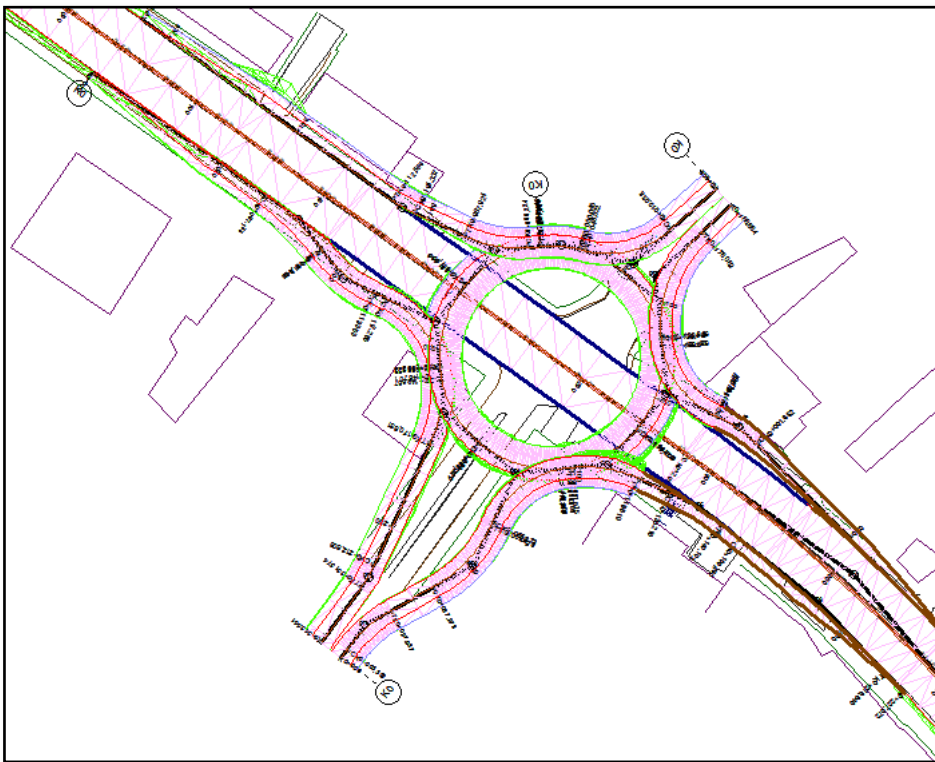
En la Figura 46 y Figura 47 se muestra el dimensionamiento y diseño digital de la alternativa a desnivel con glorieta planteada para un tránsito proyectado a 20 años.

Figura 46. Dimensionamiento y diseño preliminar alternativa 3.



Fuente: Elaboración propia, software AutoCAD

Figura 47. Modelo digital alternativa 3.



Fuente: Elaboración propia, software Topo3

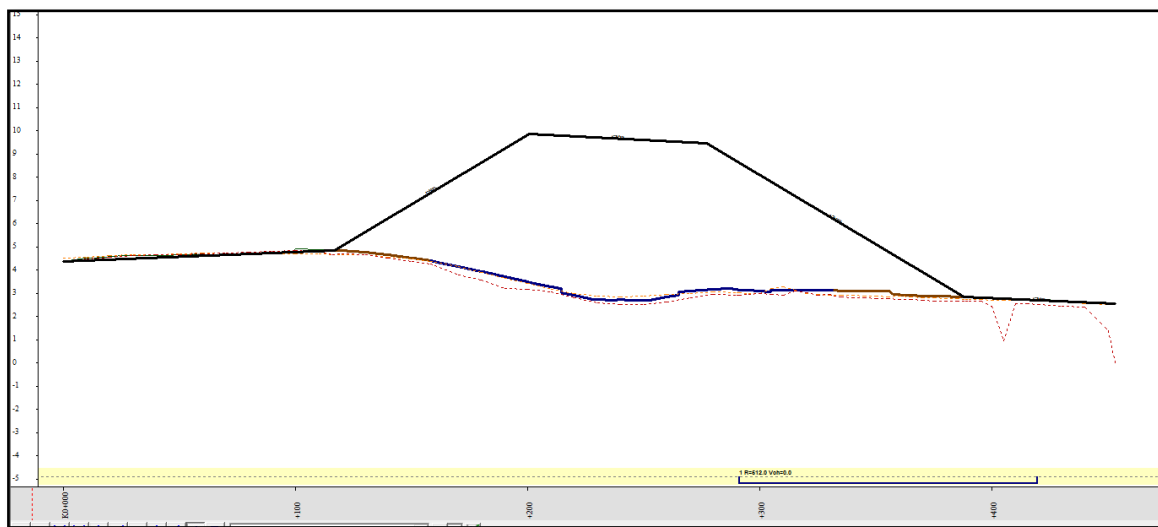
### 6.11. Peraltes y bombeo normal de los corredores

Para la vía 40 y calle 58 se estableció un bombeo normal del 2%, teniendo en cuenta que la vía 40 tiene una mayor jerarquía que la calle 58, el peralte dominante será el de la vía 40.

### 6.12. Diseño del alineamiento vertical

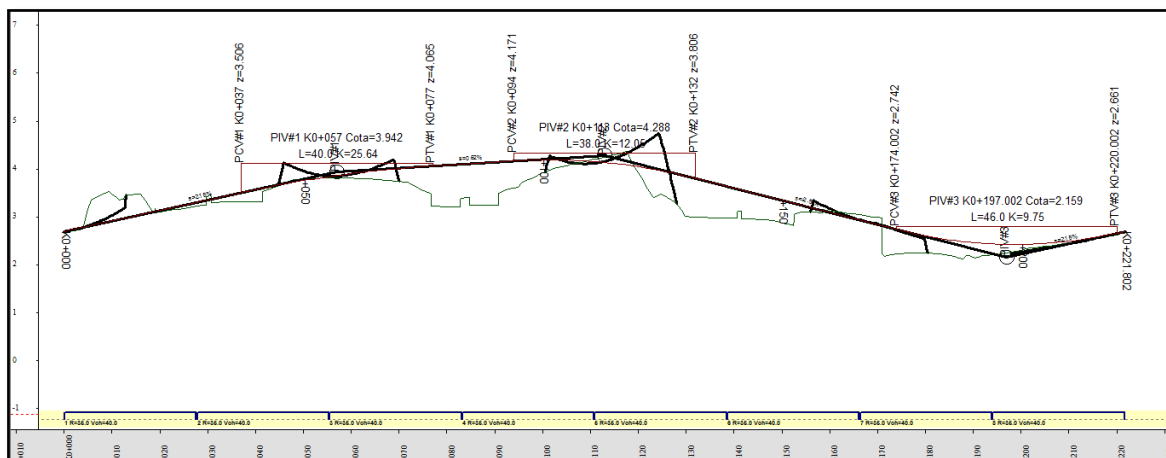
El diseño en perfil de la vía 40 y calle 58 contemplo los parámetros mínimos predefinidos anteriormente y se obtuvo el diseño en perfil de la Figura 48, Figura 49 y Figura 50:

Figura 48. Diseño en perfil de la vía 40 alternativa 3.



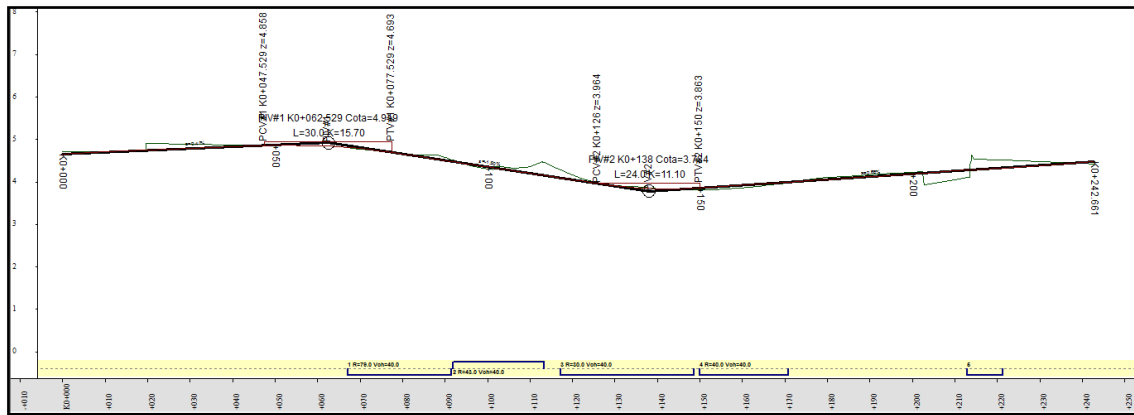
Fuente: Elaboración propia, software Topo3

Figura 49. Diseño en perfil eje de glorieta alternativa 3.



Fuente: Elaboración propia, software Topo3

Figura 50. Diseño en perfil del acceso Sur calle 58 alternativa 3.

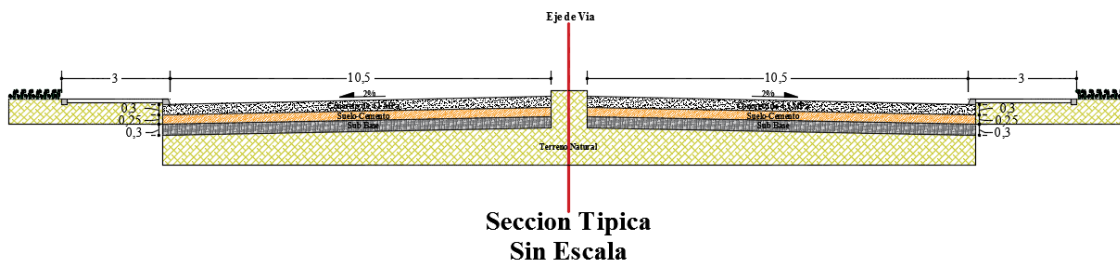


Fuente: Elaboración propia, software Topo3

### 6.13. Secciones transversales

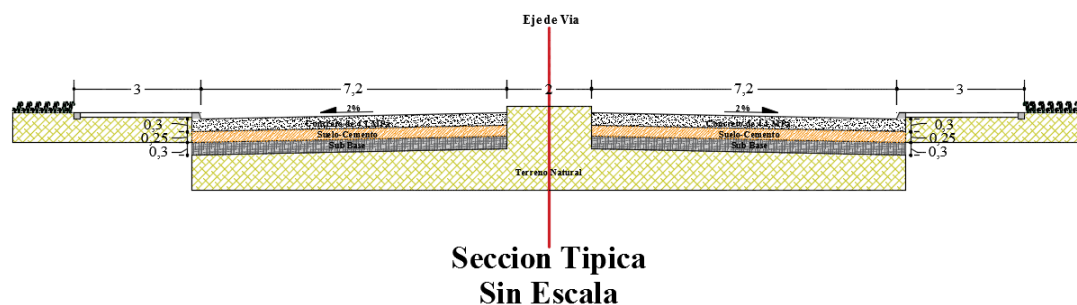
Se elaboraron dos secciones típicas, una para la vía 40 y otra para la calle 58, se controló los límites de los carriles y andenes mediante polilíneas de control debido a que estas permiten una mayor manejabilidad y variabilidad a lo largo del corredor, permitiendo cambiar la sección transversal las veces que sean necesarias para garantizar un diseño más real y eficiente. en la Figura 51 y Figura 52 se muestran las secciones típicas.

Figura 51. Sección típica vía 40 alternativa 3.



Fuente: Elaboración propia

Figura 52. Sección típica calle 58 alternativa 3.



Fuente: Elaboración propia

### 6.14. Modelación y nivel de servicio alternativa 3 situación futura

Con la topografía y las proyecciones de tránsito obtenidas anteriormente se realiza una microsimulación en el software TSIS, con el fin de determinar el nivel de servicio a los 5, 10, 15 y 20 años. Evaluamos cada tramo de la intersección de acuerdo a su velocidad utilizando la Tabla 30.

#### 6.14.1. Modelo de microsimulación alternativa 3 a 5 años

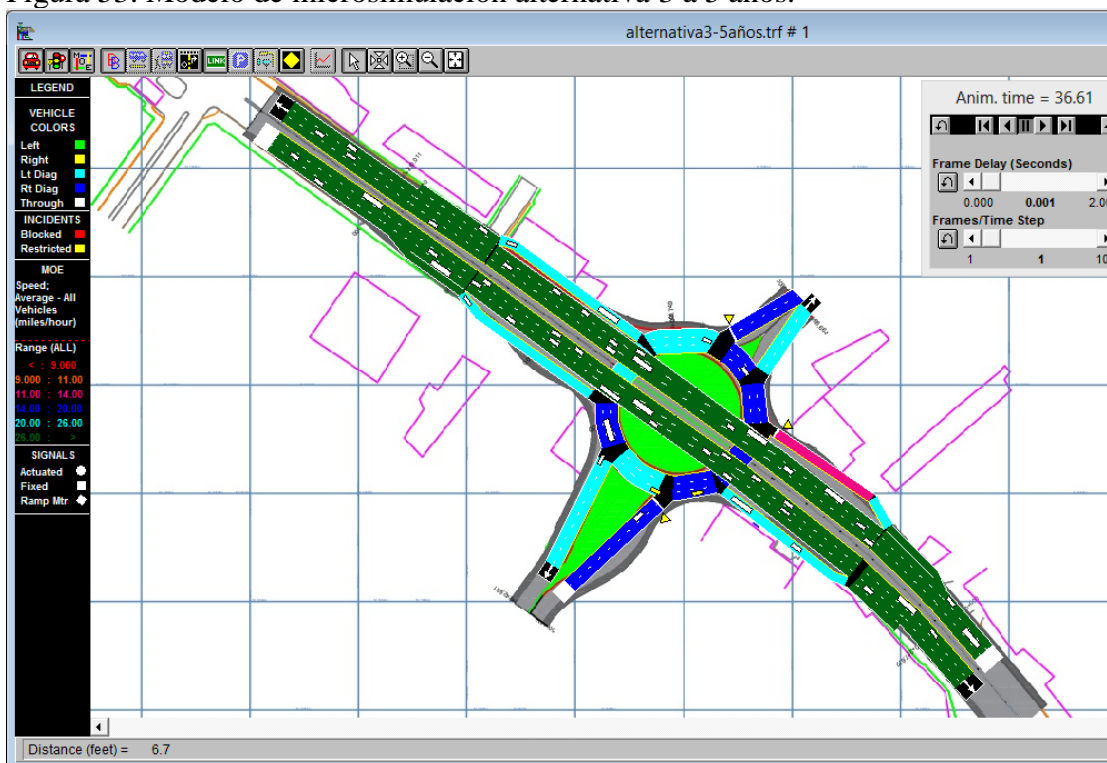
En la Tabla 43 y Figura 53 se muestran los resultados obtenidos de la micro-simulación.

Tabla 43. Niveles de servicio intersección vía 40 calle 58 alternativa 3 a 5 años.

| Acceso    | Velocidad [Km/h] | Velocidad [millas/h] | Control Delay [seg/vehículo] | Nivel de servicio |
|-----------|------------------|----------------------|------------------------------|-------------------|
| NORTE     | 26               | 16                   | 2.2                          | A                 |
| SUR       | 31               | 19.4                 | 1.1                          | A                 |
| OCCIDENTE | 35               | 22.2                 | 0.4                          | A                 |
| ORIENTE   | 21               | 12.9                 | 3.1                          | A                 |

Fuente: Elaboración Propia

Figura 53. Modelo de microsimulación alternativa 3 a 5 años.



El nivel de servicio que predomina en la intersección es el nivel A.

#### 6.14.2. Modelo de microsimulación alternativa 3 a 10 años.

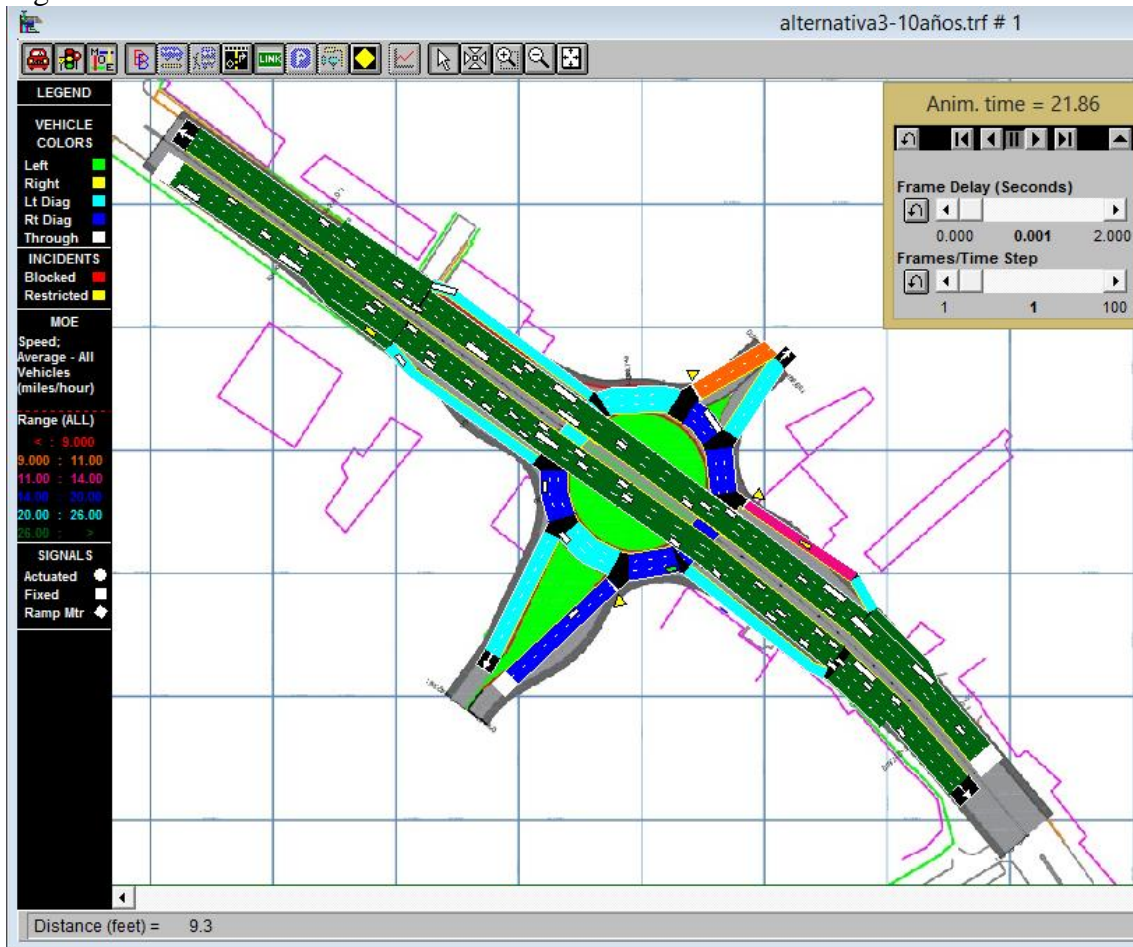
En la Tabla 44 y Figura 54 se muestran los resultados obtenidos de la micro-simulación.

Tabla 44. Niveles de servicio intersección vía 40 calle 58 alternativa 3 a 10 años.

| Acceso    | Velocidad [Km/h] | Velocidad [millas/h] | Control Delay [seg/vehículo] | Nivel de servicio |
|-----------|------------------|----------------------|------------------------------|-------------------|
| NORTE     | 21               | 13.2                 | 3.7                          | A                 |
| SUR       | 30               | 18.8                 | 1.2                          | A                 |
| OCCIDENTE | 35               | 21.5                 | 0.5                          | A                 |
| ORIENTE   | 21               | 13.1                 | 3.2                          | A                 |

Fuente: Elaboración Propia.

Figura 54. Modelo de microsimulación alternativa 3 a 10 años.



El nivel de servicio que predomina en la intersección es el nivel A.



### 6.14.3. Modelo de microsimulación alternativa 3 a 15 años.

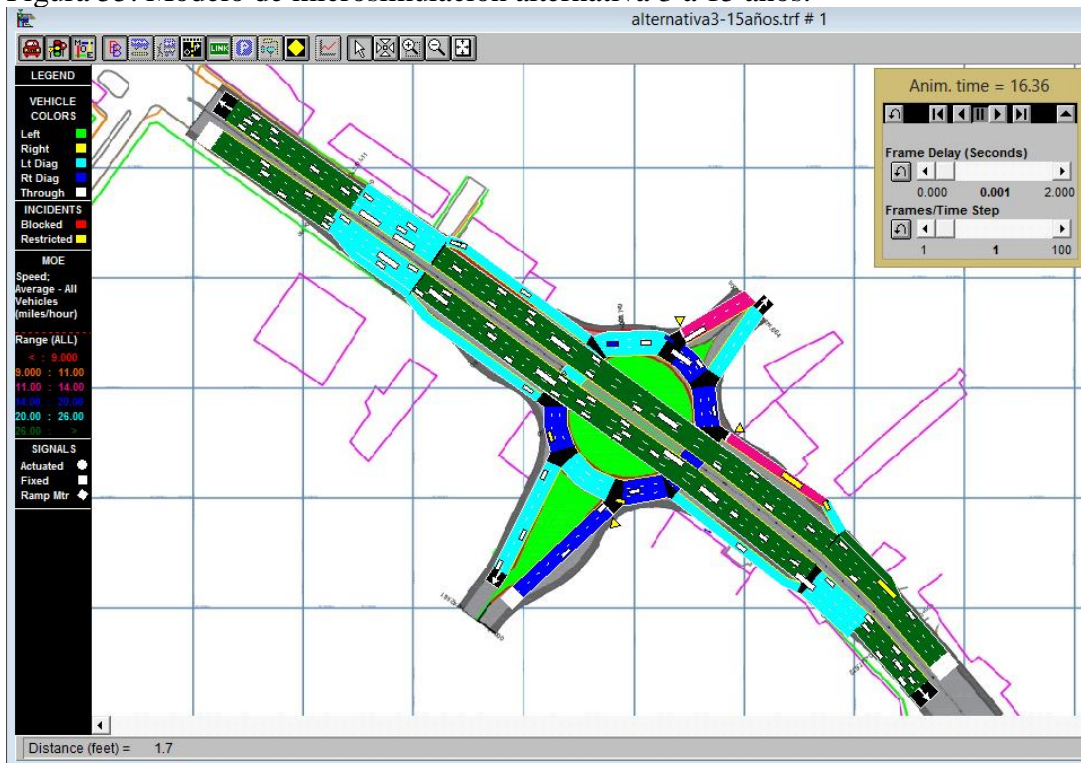
En la Tabla 45 y Figura 55 se muestran los resultados obtenidos de la micro-simulación.

Tabla 45. Niveles de servicio intersección vía 40 calle 58 alternativa 3 a 15 años.

| Acceso    | Velocidad [Km/h] | Velocidad [millas/h] | Control Delay [seg/vehículo] | Nivel de servicio |
|-----------|------------------|----------------------|------------------------------|-------------------|
| NORTE     | 17               | 10.5                 | 5.6                          | A                 |
| SUR       | 28               | 17.2                 | 1.9                          | A                 |
| OCCIDENTE | 34               | 21.2                 | 0.5                          | B                 |
| ORIENTE   | 18               | 10.8                 | 5.4                          | B                 |

Fuente: Elaboración Propia.

Figura 55. Modelo de microsimulación alternativa 3 a 15 años.



El nivel de servicio que predomina en la intersección es el nivel B.

### 6.14.4. Modelo de microsimulación alternativa 3 a 20 años.

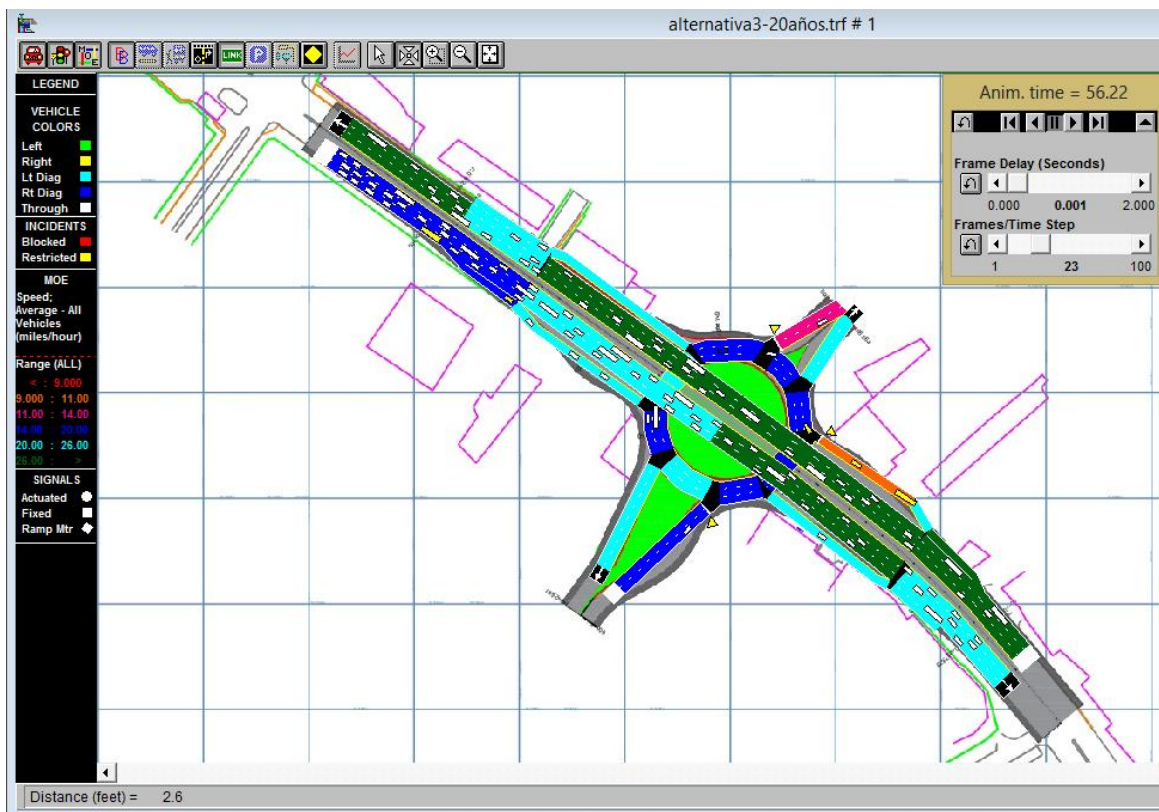
En la Tabla 46 y Figura 56 se muestran los resultados obtenidos de la micro-simulación.



Tabla 46. Niveles de servicio intersección vía 40 calle 58 alternativa 3 a 20 años.

| Acceso    | Velocidad [Km/h] | Velocidad [millas/h] | Control Delay [seg/vehículo] | Nivel de servicio |
|-----------|------------------|----------------------|------------------------------|-------------------|
| NORTE     | 15               | 9.4                  | 7                            | B                 |
| SUR       | 26               | 15.7                 | 2.5                          | A                 |
| OCCIDENTE | 25               | 15                   | 0.6                          | B                 |
| ORIENTE   | 16               | 9.8                  | 6.8                          | B                 |

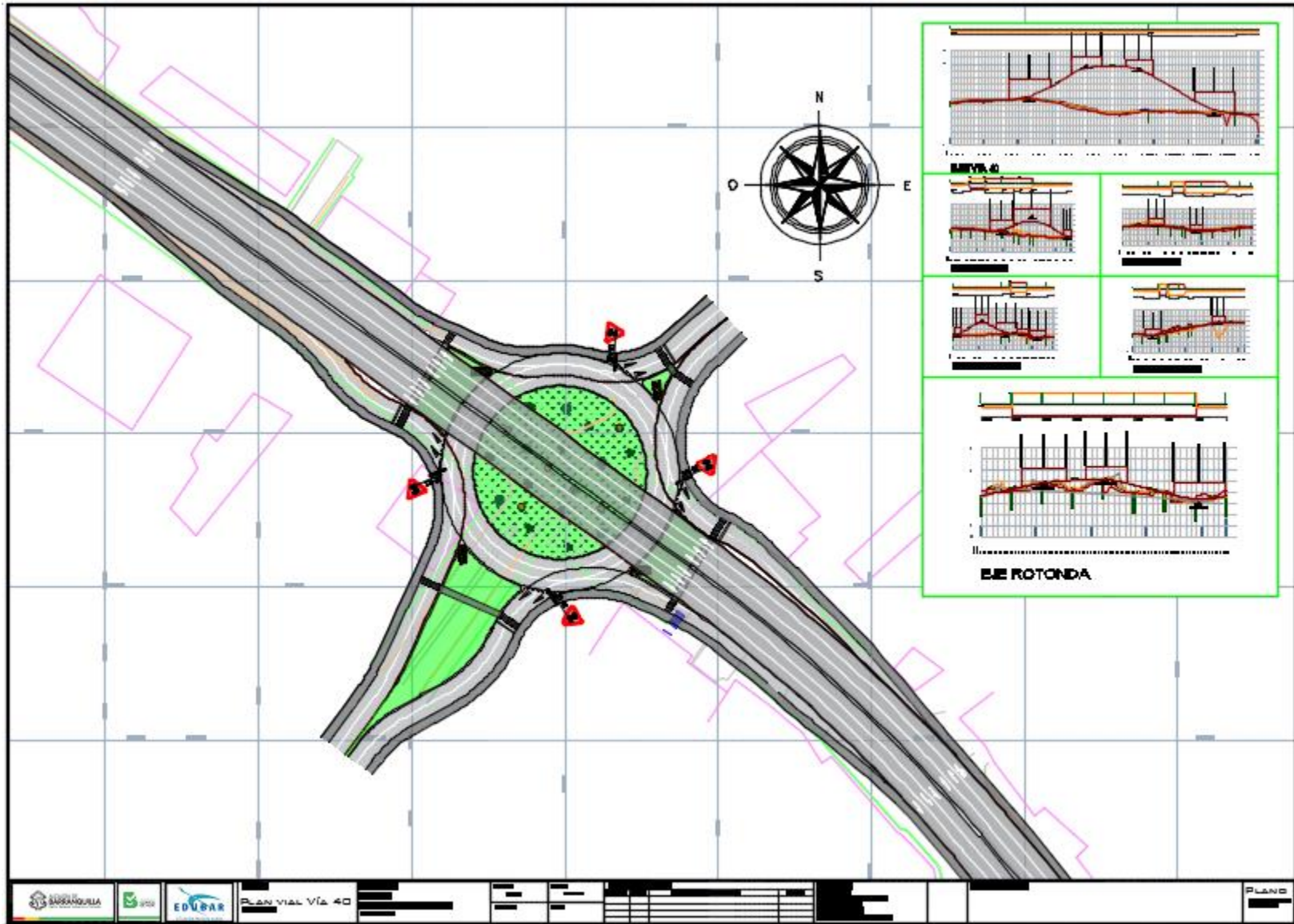
Figura 56. Modelo de microsimulación alternativa 3 a 20 años.



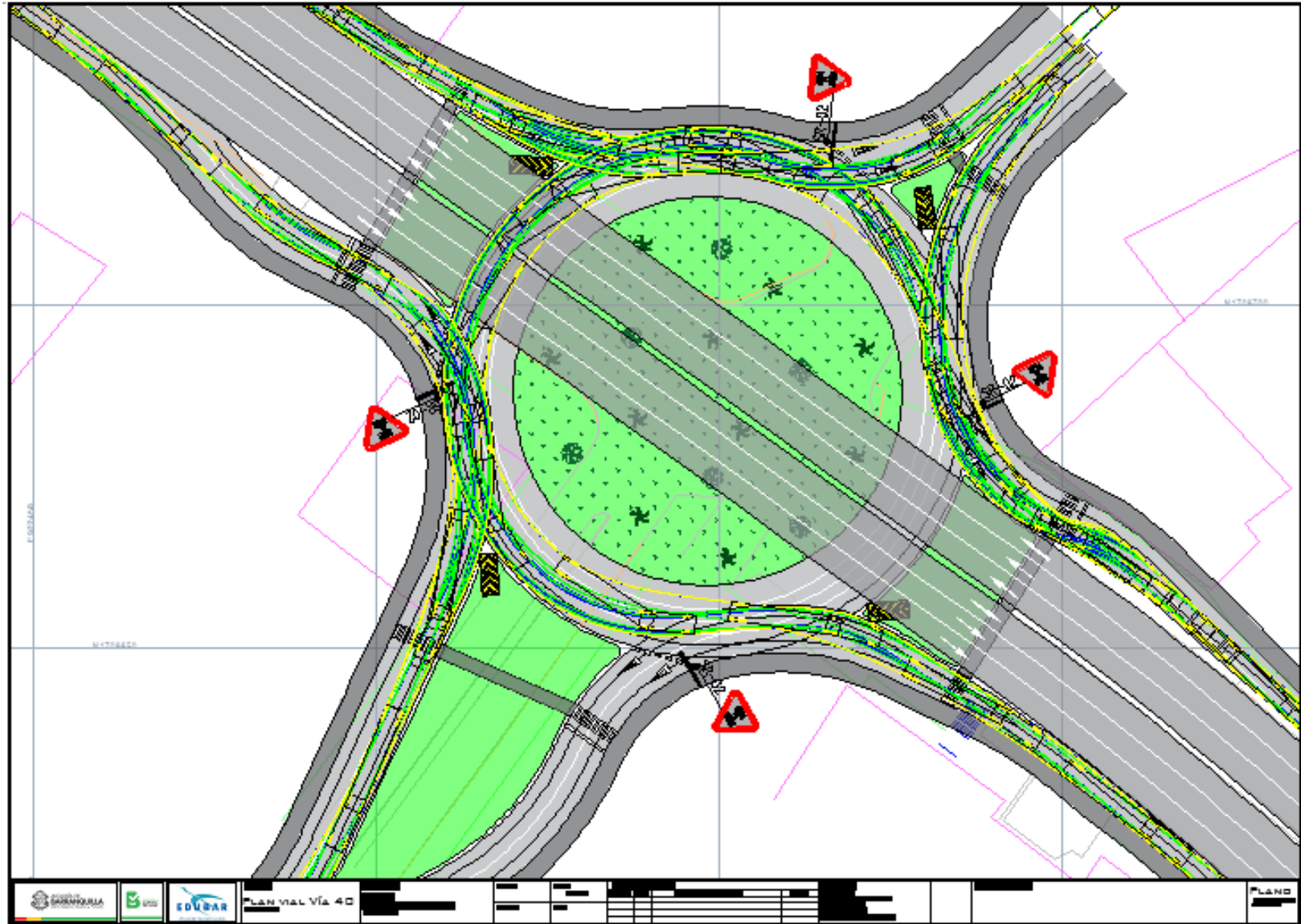
El nivel de servicio que predomina en la intersección es el nivel B.

Anexo 7.

7. PLANO DE LA MEJOR ALTERNATIVA VIA 40 CON CALLE 58



- Plano trayectoria del vehículo de diseño



Anexo 8.

## **8. ALTERNATIVA 1, INTERSECCIÓN A DESNIVEL VÍA 40-CARRERA 46.**

### **8.1. Parámetros de diseño**

Se plantea una intersección a desnivel, la cual se fundamenta en los siguientes puntos: primero, elevar la calzada principal, en este caso la vía 40 - calle 30, la cual tiene los cruces directos con mayores volúmenes vehiculares; segundo, permitir los retornos del acceso norte de la vía 40 por debajo del puente; tercero, dejar dos carriles para el flujo continuo del transporte público Transmetro; cuarto, dejar un flujo continuo para la carrera 46 y el corredor portuario; y quinto, eliminar la glorieta de la carrera 50, ya que esta provocaba colas vehiculares que afectaban el nivel de servicio de la intersección a desnivel. Para el diseño de los ramales de enlace y del paso a desnivel se necesita tener en cuenta parámetros como: la velocidad de diseño, el vehículo de diseño, radios mínimos y pendientes, los cuales se basan fundamentalmente en lo estipulado en el manual de diseño geométrico de carreteras INVIAS 2008.

### **8.2. Velocidad de diseño**

De acuerdo con lo explicado en el marco contextual del trabajo, la velocidad de diseño de la vía 40 fue de 50 Km/h mientras que la de la carrera 46 fue de 40 Km/h. Y para los ramales de enlace se estableció una velocidad de 30 Km/h.

### **8.3. Vehículo de diseño**

A partir del estudio de tránsito como se mencionó en el marco contextual del trabajo, fue posible identificar que en la intersección es permitido el tránsito de vehículos hasta de tipo C3S3 según la designación del INVIAS.

### **8.4. Radios de giro y peraltes adoptados**

El radio mínimo para el diseño de los enlaces de entrada y de salida fue 21 m. para un peralte máximo del 6%.

### **8.5. Ancho de carril en los enlaces**

Considerando la disposición para el giro en los ramales de un carril simple sin provisional de sobrepaso para vehículo varado de la tabla, establece un ancho de 6.50 m para el vehículo de diseño.

### **8.6. Pendiente longitudinal**

Para el diseño en perfil de los alineamientos que llegan y salen de la intersección se considera la pendiente máxima del 6% y la pendiente mínima del 0.3%, además se intenta conservar las pendientes actuales para aprovechar lo máximo posible la infraestructura actual para de esta manera reducir los costos.

### **8.7. Curvas verticales**

Para el diseño de las curvas verticales se consideró el parámetro K el cual para curvas convexas y cóncavas a una velocidad de 50 km/h tiene un valor aproximado mínimo de 10 y un valor máximo aproximado de 50.

### **8.8. Diseño del alineamiento horizontal**

El estudio del alineamiento horizontal para la situación futura de la intersección, contempla la necesidad de la definición de nuevos bordes, implementación de carriles de aceleración y desaceleración y ajuste de los radios de giro.

### **8.9. Longitud de carril de aceleración y desaceleración**

La longitud mínima del carril de aceleración y desaceleración se estimó en 45 m. incluyendo la zona de transición.

### **8.10. Dimensionamiento y diseño preliminar de la intersección**

En la Figura 57 se muestra el dimensionamiento y diseño digital de la alternativa a desnivel con glorieta planteada para un tránsito proyectado a 20 años.



Figura 57. Dimensionamiento y diseño preliminar alternativa 1.



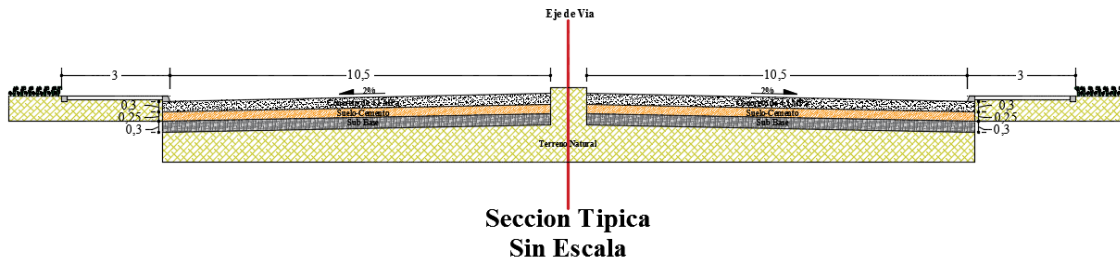
### 8.11. Peraltes y bombeo normal de los corredores

Para la vía 40 y carrera 46 se estableció un bombeo normal del 2%, teniendo en cuenta que la vía 40 tiene una mayor jerarquía que la calle 58, el peralte dominante será el de la vía 40.

### 8.12. Secciones transversales

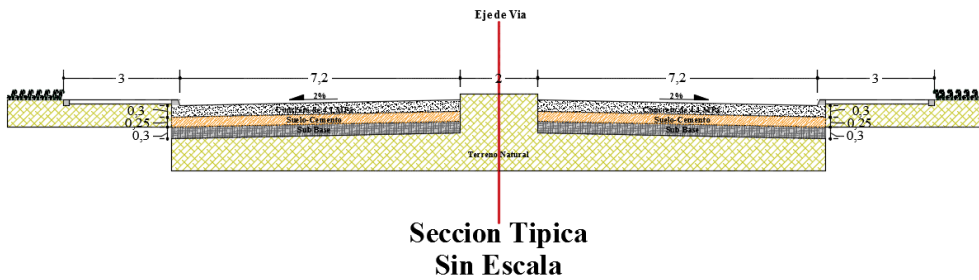
Se elaboraron dos secciones típicas, una para la vía 40 y otra para la carrera 46, se controló los límites de los carriles y andenes mediante polilíneas de control debido a que estas permiten una mayor manejabilidad y variabilidad a lo largo del corredor, permitiendo cambiar la sección transversal las veces que sean necesarias para garantizar un diseño más real y eficiente. Las secciones típicas se muestran en la Figura 58 y Figura 59

Figura 58. Sección típica vía 40 alternativa 1.



Fuente: Elaboración propia

Figura 59. Sección típica carrera 46 alternativa 1.



Fuente: Elaboración propia

### 8.13. Modelación y nivel de servicio alternativa 1 situación futura

Con la topografía y las proyecciones de tránsito obtenidas anteriormente se realiza una microsimulación en el software VSIM, con el fin de determinar el nivel de servicio a los 5, 10, 15 y 20 años. Evaluamos cada tramo de la intersección de acuerdo a los volúmenes vehiculares, longitud de cola y demoras de los vehículos como si muestra en la siguiente Tabla 47.

Tabla 47. Modelación y nivel de servicio de la alternativa 1.

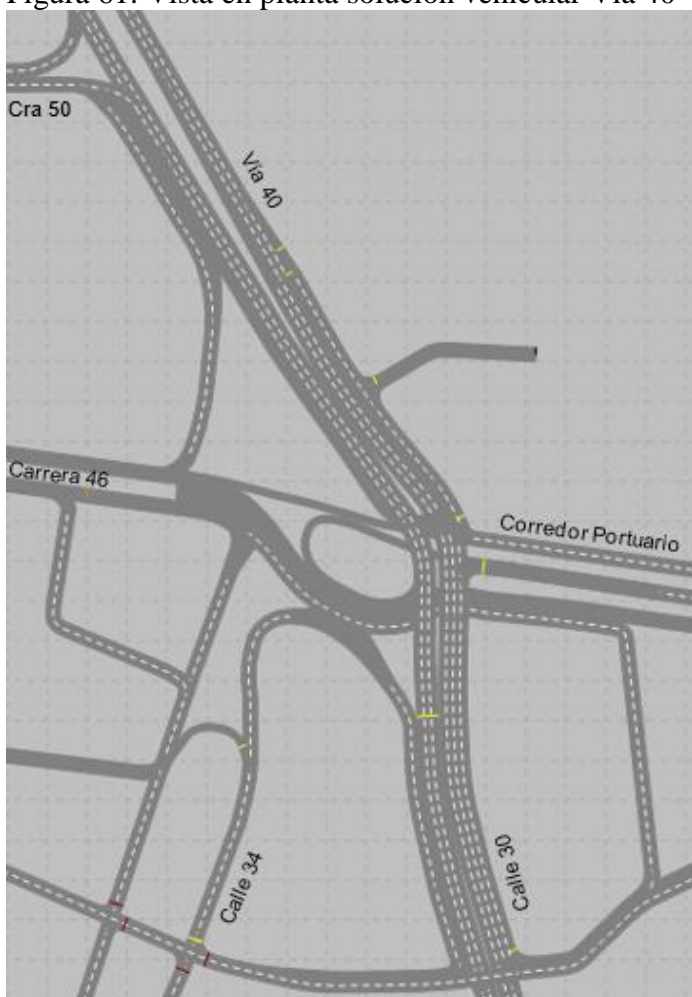
| Nodo                  | Movimiento   | Volúmenes Vehiculares |             |             |             |              | Longitud de Cola Promedio (m) |                |               |               |               | Demoras en Vehículos (seg) |                |               |               |               | Nivel de Servicio |          |          |          |          |
|-----------------------|--------------|-----------------------|-------------|-------------|-------------|--------------|-------------------------------|----------------|---------------|---------------|---------------|----------------------------|----------------|---------------|---------------|---------------|-------------------|----------|----------|----------|----------|
|                       |              | AÑO 0                 | AÑO 5       | AÑO 10      | AÑO 15      | AÑO 20       | AÑO 0                         | AÑO 5          | AÑO 10        | AÑO 15        | AÑO 20        | AÑO 0                      | AÑO 5          | AÑO 10        | AÑO 15        | AÑO 20        | AÑO 0             | AÑO 5    | AÑO 10   | AÑO 15   | AÑO 20   |
| 17: Vía 40 - Calle 30 | NW-W         | 42                    | 41          | 47          | 49          | 44           | 0                             | 0.00077        | 0             | 0             | 0             | 3.4487                     | 3.82373        | 3.2048        | 3.2216        | 4.0515        | A                 | A        | A        | A        | A        |
|                       | W-E          | 22                    | 25          | 32          | 33          | 35           | 0                             | 0              | 0             | 0             | 0             | 0                          | 0              | 0             | 0             | 0             | A                 | A        | A        | A        | A        |
|                       | S-NW         | 2704                  | 3172        | 3717        | 4045        | 3799         | 0.1322                        | 0.61959        | 4.5703        | 136.79        | 485.42        | 0.3749                     | 0.55111        | 1.8361        | 10.36         | 18.764        | A                 | A        | A        | B        | C        |
|                       | S-E          | 408                   | 481         | 564         | 611         | 594          | 0.0522                        | 0.44151        | 4.0347        | 136.35        | 491.52        | 0.6149                     | 1.43071        | 3.8271        | 15.36         | 26.353        | A                 | A        | A        | C        | D        |
|                       | W-E          | 804                   | 949         | 1115        | 1282        | 1307         | 0                             | 0              | 0             | 0.884         | 3.48          | 0.4466                     | 0.46103        | 0.5675        | 2.7541        | 6.0988        | A                 | A        | A        | A        | A        |
|                       | E-W          | 198                   | 227         | 265         | 285         | 308          | 0                             | 0              | 0.0002        | 0             | 0.0002        | 0.1211                     | 0.16436        | 0.1776        | 0.2471        | 0.1773        | A                 | A        | A        | A        | A        |
|                       | E-NW         | 222                   | 276         | 331         | 384         | 421          | 0.0072                        | 0.01234        | 0.0365        | 0.0288        | 0.0419        | 0.1606                     | 0.15148        | 0.2145        | 0.2122        | 0.2397        | A                 | A        | A        | A        | A        |
|                       | E-W          | 16                    | 18          | 19          | 24          | 23           | 0                             | 0              | 0             | 0             | 0             | 0.0183                     | 0.01461        | 0             | 0             | 0             | A                 | A        | A        | A        | A        |
|                       | W-E          | 43                    | 41          | 47          | 49          | 44           | 0                             | 0              | 0             | 0             | 0             | 0.2371                     | 0.23535        | 0.2096        | 0.2475        | 0.2243        | A                 | A        | A        | A        | A        |
|                       | NW-NW        | 25                    | 27          | 34          | 37          | 45           | 0                             | 0              | 0             | 0             | 0             | 0                          | 0.00227        | 0.01          | 0.0259        | 0.0221        | A                 | A        | A        | A        | A        |
| <b>Total</b>          | <b>6385</b>  | <b>7438</b>           | <b>8528</b> | <b>9252</b> | <b>9024</b> | <b>0.027</b> | <b>0.14115</b>                | <b>1.101</b>   | <b>34.237</b> | <b>122.16</b> | <b>0.4613</b> | <b>0.61456</b>             | <b>1.3807</b>  | <b>6.2143</b> | <b>10.757</b> | <b>A</b>      | <b>A</b>          | <b>A</b> | <b>A</b> | <b>B</b> |          |
| 18: Cra 46 - Vía 40   | N-W          | 438                   | 507         | 541         | 563         | 562          | 0.0277                        | 0.09515        | 0.1772        | 0.3375        | 0.2576        | 1.0308                     | 1.35164        | 1.5289        | 1.8173        | 1.9132        | A                 | A        | A        | A        | A        |
|                       | E-W          | 199                   | 226         | 264         | 284         | 308          | 0                             | 0              | 0             | 0             | 0             | 0.1458                     | 0.226          | 0.1897        | 0.3034        | 0.2543        | A                 | A        | A        | A        | A        |
|                       | E-W          | 16                    | 18          | 19          | 24          | 24           | 0                             | 0              | 0             | 0             | 0             | 0.0306                     | 0.02448        | 0             | 0.0001        | 0             | A                 | A        | A        | A        | A        |
|                       | <b>Total</b> | <b>652</b>            | <b>750</b>  | <b>824</b>  | <b>871</b>  | <b>894</b>   | <b>0.0138</b>                 | <b>0.04758</b> | <b>0.0886</b> | <b>0.1688</b> | <b>0.1288</b> | <b>0.7363</b>              | <b>0.98125</b> | <b>1.065</b>  | <b>1.2747</b> | <b>1.2911</b> | <b>A</b>          | <b>A</b> | <b>A</b> | <b>A</b> | <b>A</b> |

A continuación, en la Figura 60 se presenta una vista en 3D de la solución propuesta y Figura 61 un vista en planta

Figura 60. Vista en 3D Solución vial Vía 40 – Calle 30.



Figura 61. Vista en planta solución vehicular Vía 40 – Calle 30.







- **Análisis de colas para la hora de máxima demanda.**

Para revisar el indicador de longitud de colas, se hará un análisis del sistema completo de cada solución, en el cual se incluirá no solo la intersección puntual donde se encuentra el paso a desnivel, sino también, las intersecciones que sirven para realizar giros en orejas manzana, giros derechos independientes, retornos, entre otros. Los tramos a analizar son los mostrados en la Tabla 48:

Tabla 48. Resultados de longitudes de cola Vía 40 desde CI 30 hasta Cra 50.

| Nodo  | Movimiento   | Longitud de Cola Promedio (m) |                 |                |               |               |
|---|--------------|-------------------------------|-----------------|----------------|---------------|---------------|
|   |              | AÑO 0                         | AÑO 5           | AÑO 10         | AÑO 15        | AÑO 20        |
| 17: Vía 40 - Calle 30                         | NW-S         | 0                             | 0               | 0              | 0             | 0             |
|   | NW-W         | 0                             | 0.000766        | 0              | 0             | 0             |
|   | W-E          | 0                             | 0               | 0              | 0             | 0             |
|   | S-NW         | 0.1322                        | 0.619593        | 4.5703         | 136.79        | 485.42        |
|   | S-E          | 0.0522                        | 0.441505        | 4.0347         | 136.35        | 491.52        |
|   | W-E          | 0                             | 0               | 0              | 0.884         | 3.48          |
|   | E-W          | 0                             | 0               | 0.0002         | 0             | 0.0002        |
|   | E-NW         | 0.0072                        | 0.012339        | 0.0365         | 0.0288        | 0.0419        |
|   | E-W          | 0                             | 0               | 0              | 0             | 0             |
|   | W-E          | 0                             | 0               | 0              | 0             | 0             |
|   | NW-NW        | 0                             | 0               | 0              | 0             | 0             |
|   | <b>Total</b> |                               | <b>0.027</b>    | <b>0.14115</b> | <b>1.101</b>  | <b>34.237</b> |
| 18: Cra 46 - Vía 40                           | N-W          | 0.0277                        | 0.095153        | 0.1772         | 0.3375        | 0.2576        |
|   | E-W          | 0                             | 0               | 0              | 0             | 0             |
|   | E-W          | 0                             | 0               | 0              | 0             | 0             |
|   | <b>Total</b> | <b>0.0138</b>                 | <b>0.047576</b> | <b>0.0886</b>  | <b>0.1688</b> | <b>0.1288</b> |
| 19: Salida Vía de servicio Vía 40 (Ori - Occ) | SE-NW        | 0.8019                        | 0.635278        | 5.6547         | 30.737        | 76.879        |
|   | SE-NW        | 0.0056                        | 0.036411        | 0              | 3.9398        | 2.029         |
|   | SE-NW        | 0.2905                        | 0.221187        | 4.2147         | 28.617        | 73.979        |
|   | <b>Total</b> | <b>0.366</b>                  | <b>0.297626</b> | <b>3.2898</b>  | <b>21.098</b> | <b>50.962</b> |
| 20: Calle 34 - Cra 46                         | W-SE         | 0.5047                        | 1.664535        | 6.2396         | 48.191        | 245.22        |
|   | W-E          | 1.8111                        | 3.961092        | 10.616         | 56.733        | 258.16        |
|   | NW-SE        | 0                             | 0               | 0              | 0.1088        | 10.031        |
|   | <b>Total</b> | <b>0.7719</b>                 | <b>1.875209</b> | <b>5.6187</b>  | <b>35.011</b> | <b>171.14</b> |
| 21: Acceso Vía Serv Vía 40                    | NW-S         | 0                             | 0               | 0              | 0             | 0             |
|   | NW-SE        | 0                             | 0               | 0              | 0.0044        | 0.0039        |
|   | NW-S         | 0                             | 0               | 0              | 0             | 0             |
|   | NW-SE        | 0                             | 0.026618        | 0.2214         | 0.0462        | 0.0689        |
|   | NW-S         | 0                             | 0               | 0              | 0             | 0             |
|   | <b>Total</b> | <b>0</b>                      | <b>0.006654</b> | <b>0.0553</b>  | <b>0.0127</b> | <b>0.0182</b> |
| 22: Salida Cra 50 a Vía 40                    | NW-SE        | 0.036                         | 0.111242        | 0.1436         | 0.2447        | 0.4598        |
|   | W-SE         | 0.0546                        | 0.149142        | 0.2            | 0.2251        | 0.3345        |
|   | W-SE         | 0                             | 0.000176        | 0              | 0             | 0             |
|   | W-SE         | 0                             | 0               | 0              | 0             | 0             |
|   | <b>Total</b> | <b>0.0226</b>                 | <b>0.06514</b>  | <b>0.0859</b>  | <b>0.1174</b> | <b>0.1986</b> |
| 23: Acceso Cra 50 - Vía 40                    | NW-SE        | 0.231                         | 0.7407          | 1.8276         | 1.6467        | 1.3554        |
|   | NW-SW        | 0.4738                        | 1.246423        | 2.5938         | 1.934         | 2.0453        |
|   | <b>Total</b> | <b>0.3929</b>                 | <b>1.077848</b> | <b>2.3384</b>  | <b>1.8382</b> | <b>1.8153</b> |

La longitud de cola que se genera en esta para el año 10, se extiende hasta la Calle 30, ocasionando congestión vehicular en sentido Sur – Norte, y afectado la circulación en esta otra intersección, estos puntos se visualizan en la Figura 64.

Figura 64. Puntos de conflicto Calle 30 – Cra 46.



Anexo 9.

## **9. ALTERNATIVA 2, INTERSECCIÓN A DESNIVEL CON GLORIETA VÍA 40 CON CARRERA 46.**

### **9.1. Parámetros de diseño**

Se plantea una intersección a desnivel con glorieta, la cual consiste en elevar la calzada principal, en este caso la vía 40, la cual tiene los cruces directos con mayores volúmenes vehiculares, y también elevar el tránsito directo de la carrera 46 hacia el corredor portuario que corresponde al tránsito del Transmetro de Barranquilla. El giro en “U” o retorno de la vía 40 también se separa de los demás movimientos, realizándose un poco antes de llegar a la glorieta debido a que sus elevados flujos vehiculares pueden desbalancear el flujo rotatorio de la glorieta. Los demás movimientos se realizan en la glorieta incluyendo los del acceso sur - calle 34. Para el diseño de los ramales de enlace y de la glorieta se necesita tener en cuenta parámetros como la velocidad de diseño, el vehículo de diseño, radios mínimos y pendientes, los cuales se basan fundamentalmente en lo estipulado en el manual de diseño geométrico de carreteras INVIAS 2008.

### **9.2. Velocidad de diseño**

De acuerdo con lo explicado en el marco contextual del trabajo, la velocidad de diseño de la vía 40 fue de 50 Km/h mientras que la de la carrera 46 fue de 40 Km/h. Y para los ramales de enlace se estableció una velocidad de 30 Km/h.

### **9.3. Vehículo de diseño**

A partir del estudio de tránsito como se mencionó en el marco contextual del trabajo, fue posible identificar que en la intersección es permitido el tránsito de vehículos hasta de tipo C3S3 según la designación del INVIAS.

#### **9.4. Radios de giro y peraltes adoptados**

El radio mínimo para el diseño de los enlaces de entrada y de salida fue 21 m. para un peralte máximo del 6%.

#### **9.5. Ancho de carril en los enlaces**

Considerando la disposición para el giro en los ramales de un carril simple sin provisional de sobrepaso para vehículo varado, establece un ancho de 6.50 m para el vehículo de diseño.

#### **9.6. Pendiente longitudinal**

Para el diseño en perfil de los alineamientos que llegan y salen de la intersección se considera la pendiente máxima del 6% y la pendiente mínima del 0.3%, además se intenta conservar las pendientes actuales para aprovechar lo máximo posible la infraestructura actual para de esta manera reducir los costos.

#### **9.7. Curvas verticales**

Para el diseño de las curvas verticales se consideró el parámetro K el cual para curvas convexas y cóncavas a una velocidad de 50 km/h tiene un valor aproximado mínimo de 10 y un valor máximo aproximado de 50.

#### **9.8. Diseño del alineamiento horizontal**

El estudio del alineamiento horizontal para la situación futura de la intersección, contempla la necesidad de la definición de nuevos bordes, implementación de carriles de aceleración y desaceleración y ajuste de los radios de giro.

#### **9.9. Longitud de carril de aceleración y desaceleración**

La longitud mínima del carril de aceleración y desaceleración se estimó en 45 m. incluyendo la zona de transición.

### 9.10. Dimensionamiento y diseño preliminar de la intersección

En la Figura 65 y Figura 66 se muestra el dimensionamiento y diseño digital de la alternativa a desnivel planteada para un tránsito proyectado a 20 años.

Figura 65. Dimensionamiento y diseño preliminar alternativa 2.

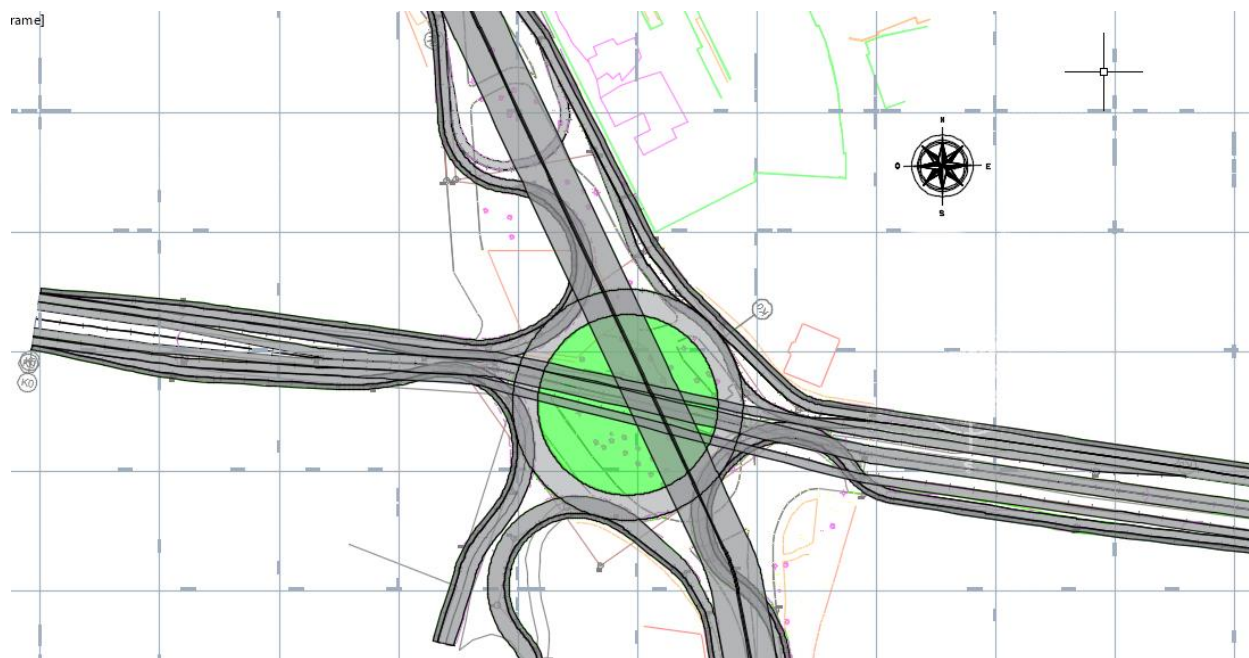
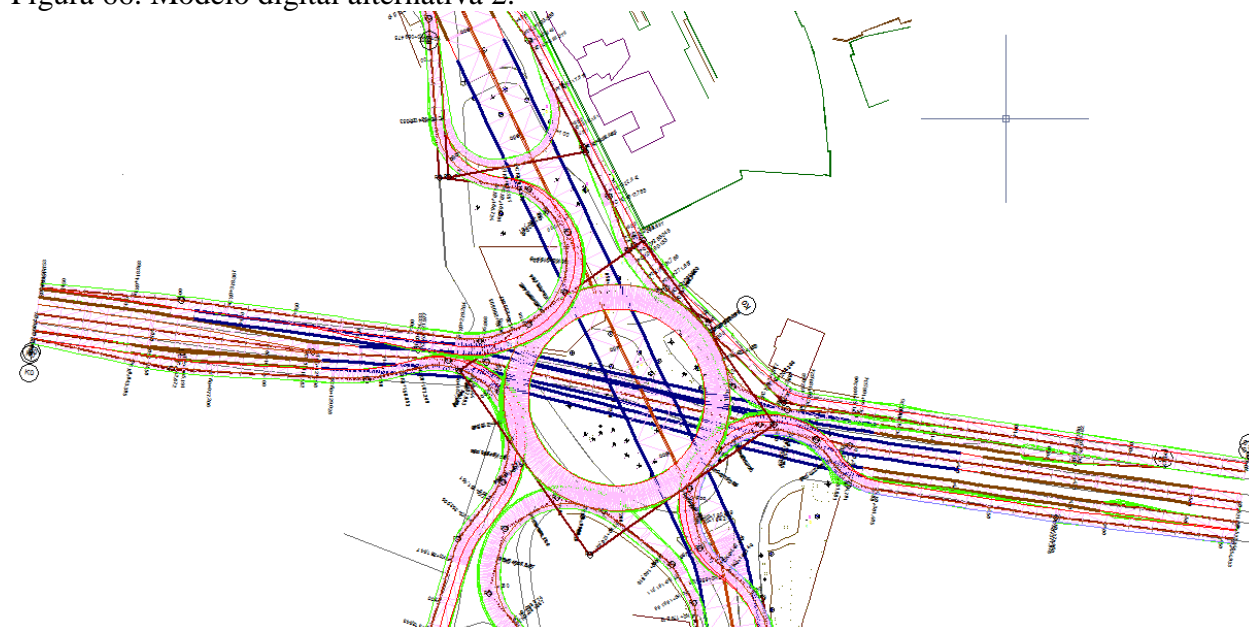


Figura 66. Modelo digital alternativa 2.



Fuente: Elaboración propia, software Topo3

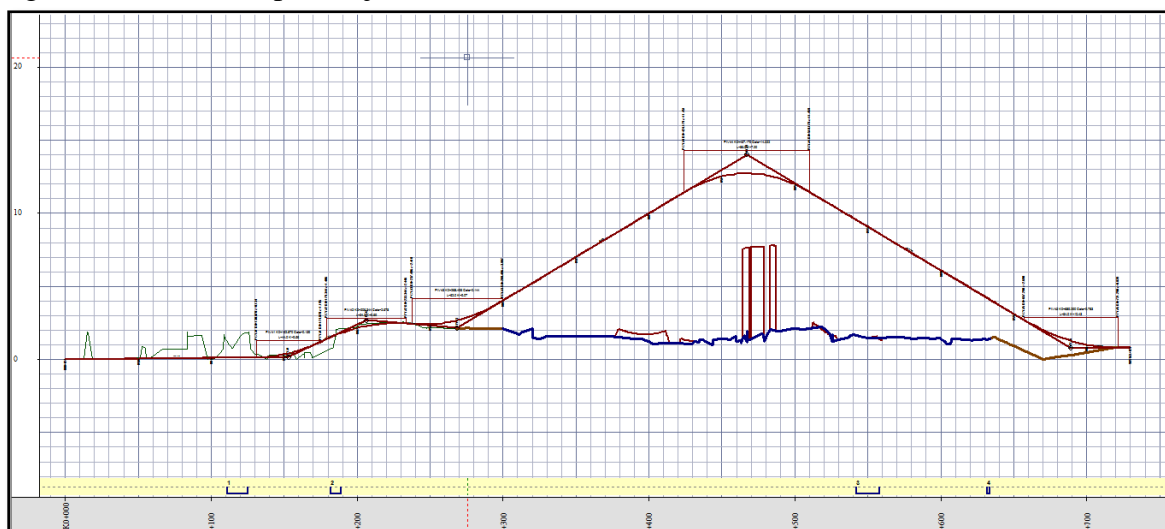
### 9.11. Peraltes y bombeo normal de los corredores

Para la vía 40 y carrera 46 se estableció un bombeo normal del 2%, teniendo en cuenta que la vía 40 tiene una mayor jerarquía que la calle 58, el peralte dominante será el de la vía 40.

### 9.12. Diseño del alineamiento vertical

El diseño en perfil de la vía 40 y carrera 46 contemplo los parámetros mínimos predefinidos anteriormente y se obtuvo los perfiles de la Figura 67, Figura 68 y Figura 69:

Figura 67. Diseño en perfil eje de la vía 40 alternativa 2.



Fuente: Elaboración propia, software Topo3

Figura 68. Diseño en perfil eje de la carrera 46 alternativa 2.

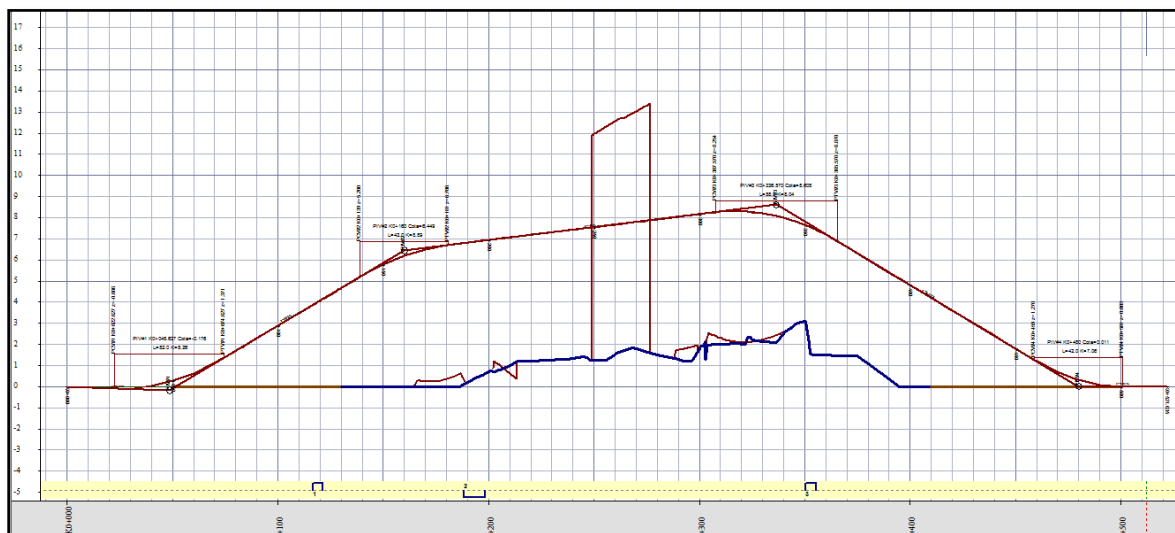
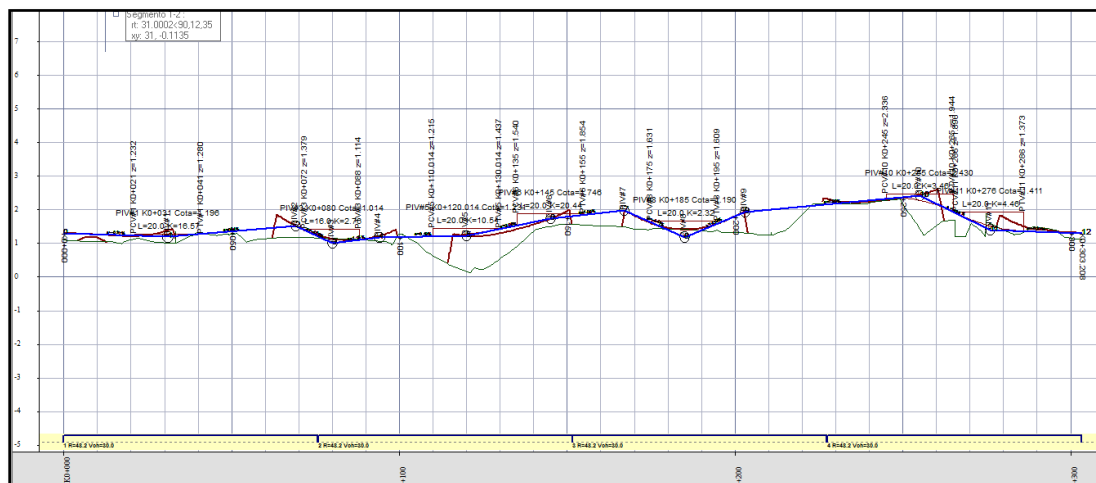


Figura 69. Diseño en perfil eje de la glorieta alternativa 2.

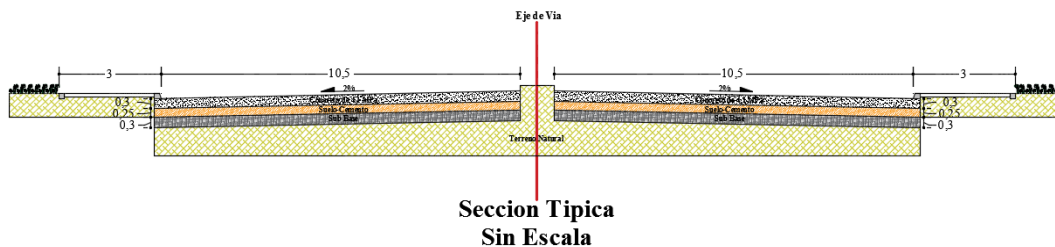


Fuente: Elaboración propia, software Topo3

### 9.13. Secciones transversales

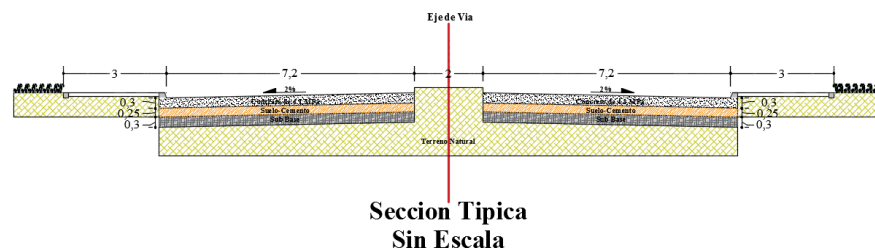
Se elaboraron dos secciones típicas, una para la vía 40 y otra para la carrera 46, se controló los límites de los carriles y andenes mediante polilíneas de control debido a que estas permiten una mayor manejabilidad y variabilidad a lo largo del corredor, permitiendo cambiar la sección transversal las veces que sean necesarias para garantizar un diseño más real y eficiente. las secciones típicas se muestran en la Figura 70 y Figura 71

Figura 70. Sección típica vía 40 alternativa 2.



Fuente: Elaboración propia

Figura 71. Sección típica carrera 46 alternativa 2.



Fuente: Elaboración propia



### 9.14. Modelación y nivel de servicio alternativa 2 situación futura

Con la topografía y las proyecciones de tránsito obtenidas anteriormente se realiza una microsimulación en el software TSIS, con el fin de determinar el nivel de servicio a los 5, 10, 15 y 20 años. Evaluamos cada tramo de la intersección de acuerdo a su velocidad utilizando la Tabla 30.

#### 9.14.1. Modelo de microsimulación alternativa 2 a 5 años

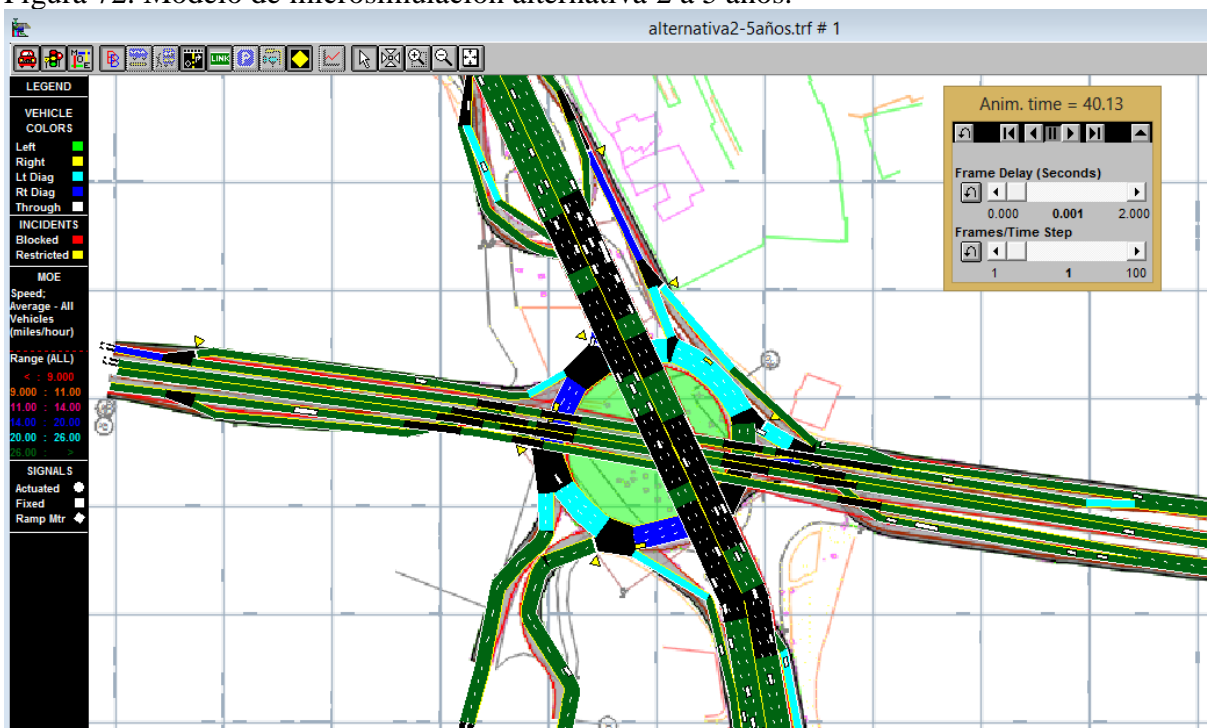
En la Tabla 45 y Figura 72 se muestran los resultados obtenidos de la micro-simulación.

Tabla 49. Niveles de servicio intersección vía 40- carrera 46 alternativa 2 a 5 años.

| Acceso                 | Velocidad [Km/h] | Velocidad [millas/h] | Nivel de servicio |   |
|------------------------|------------------|----------------------|-------------------|---|
| NORTE VIA 40           | 29               | 17.9                 | C                 | B |
| SUR CALLE 34           | 36               | 22.5                 | B                 |   |
| SUR CALLE 30           | 31               | 19                   | C                 |   |
| OCCIDENTE C. PORTUARIO | 34               | 21.2                 | B                 |   |
| ORIENTE CRA 46         | 32               | 19.6                 | C                 |   |

Fuente: Elaboración Propia

Figura 72. Modelo de microsimulación alternativa 2 a 5 años.



El nivel de servicio que predomina en la intersección es el nivel B.

#### 9.14.2. Modelo de microsimulación alternativa 2 a 10 años.

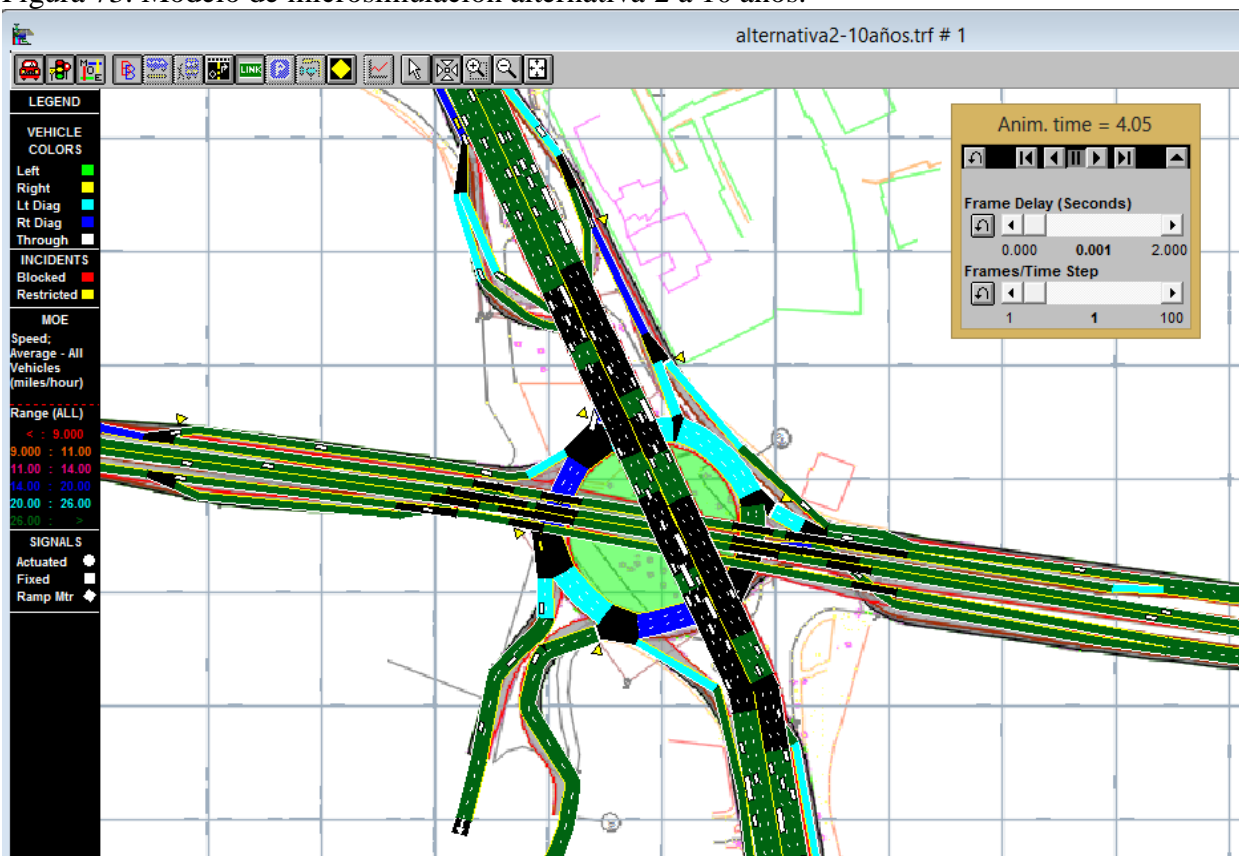
En la Tabla 50 y Figura 73 se muestran los resultados obtenidos de la micro-simulación.

Tabla 50. Niveles de servicio intersección vía 40- carrera 46 alternativa 2 a 10 años.

| Acceso                 | Velocidad [Km/h] | Velocidad [millas/h] | Nivel de servicio |   |
|------------------------|------------------|----------------------|-------------------|---|
| NORTE VIA 40           | 28               | 17.7                 | C                 | C |
| SUR CALLE 34           | 36               | 22.3                 | B                 |   |
| SUR CALLE 30           | 26               | 16.3                 | C                 |   |
| OCCIDENTE C. PORTUARIO | 34               | 21                   | B                 |   |
| ORIENTE CRA 46         | 31               | 19.2                 | C                 |   |

Fuente: Elaboración Propia

Figura 73. Modelo de microsimulación alternativa 2 a 10 años.



El nivel de servicio que predomina en la intersección es el nivel C.

### 9.14.3. Modelo de microsimulación alternativa 2 a 15 años.

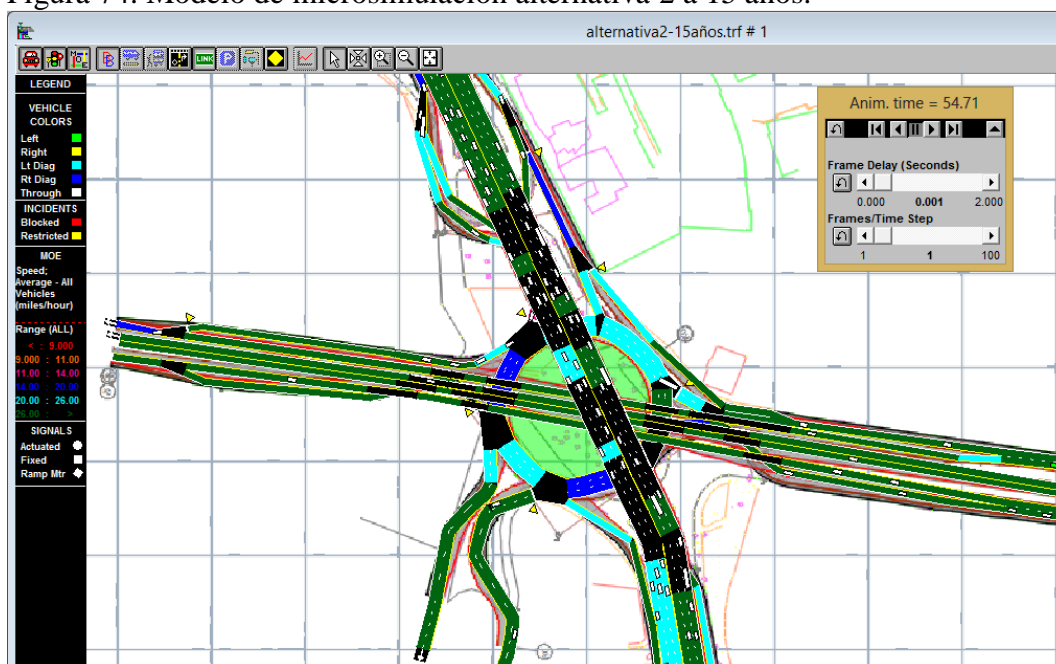
En la Tabla 51 y Figura 74 se muestran los resultados obtenidos de la micro-simulación.

Tabla 51. Niveles de servicio intersección vía 40- carrera 46 alternativa 2 a 15 años.

| Acceso                 | Velocidad [Km/h] | Velocidad [millas/h] | Nivel de servicio |   |
|------------------------|------------------|----------------------|-------------------|---|
| NORTE VIA 40           | 26               | 16.4                 | C                 | C |
| SUR CALLE 34           | 35               | 21.5                 | B                 |   |
| SUR CALLE 30           | 24               | 14.8                 | C                 |   |
| OCCIDENTE C. PORTUARIO | 33               | 20.21                | B                 |   |
| ORIENTE CRA 46         | 29               | 18.14                | C                 |   |

Fuente: Elaboración Propia

Figura 74. Modelo de microsimulación alternativa 2 a 15 años.



El nivel de servicio que predomina en la intersección es el nivel C.

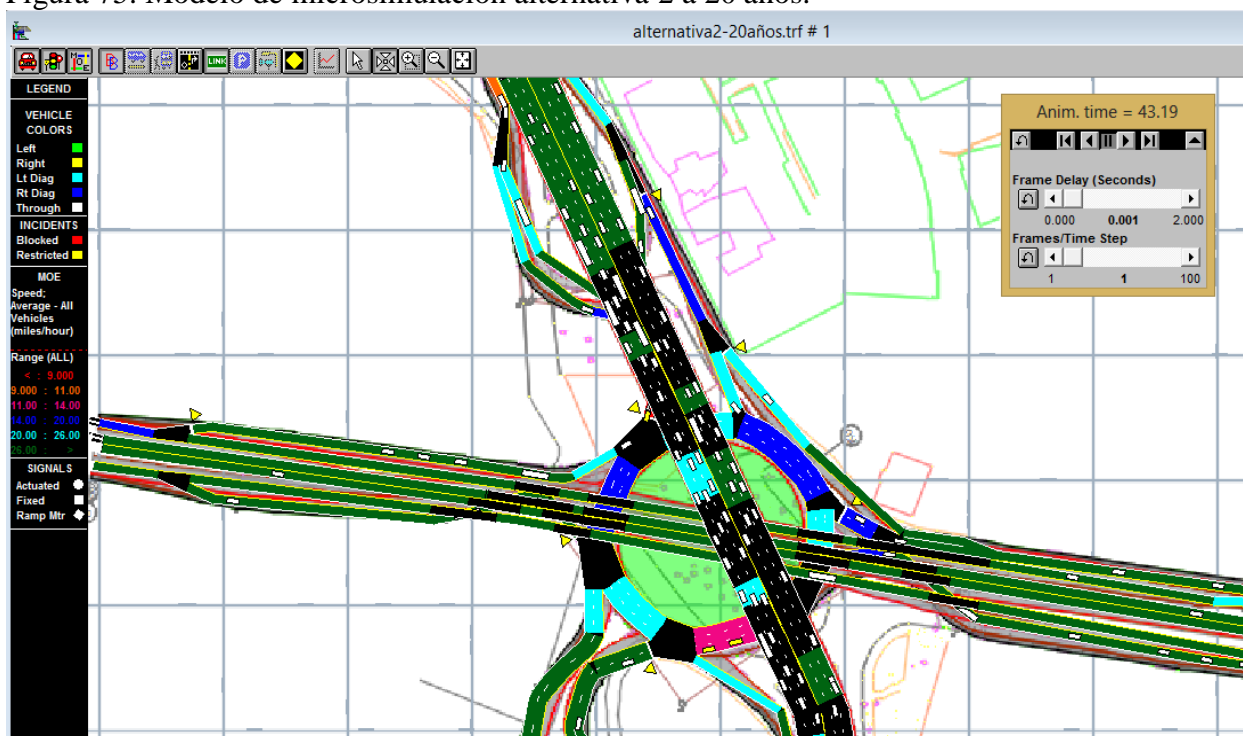
### 9.14.4. Modelo de microsimulación alternativa 2 a 20 años.

En la Tabla 52 y Figura 75 se muestran los resultados obtenidos de la micro-simulación.

Tabla 52. Niveles de servicio intersección vía 40- carrera 46 alternativa 2 a 15 años.

| Acceso                 | Velocidad [Km/h] | Velocidad [millas/h] | Nivel de servicio |   |
|------------------------|------------------|----------------------|-------------------|---|
| NORTE VIA 40           | 16               | 9.7                  | E                 | C |
| SUR CALLE 34           | 33               | 20.5                 | B                 |   |
| SUR CALLE 30           | 21               | 13.1                 | D                 |   |
| OCCIDENTE C. PORTUARIO | 31               | 19.4                 | C                 |   |
| ORIENTE CRA 46         | 30               | 18.6                 | C                 |   |

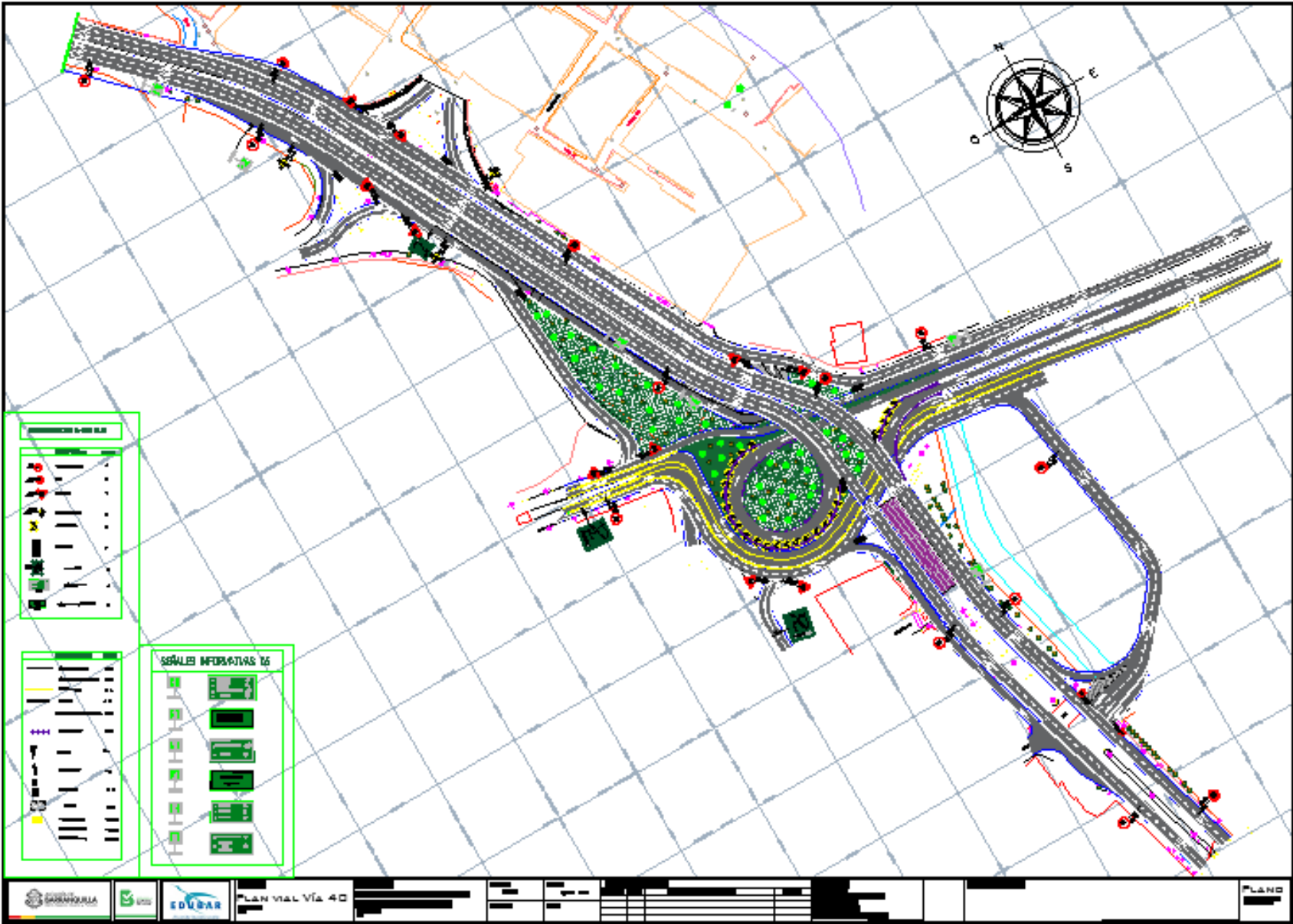
Figura 75. Modelo de microsimulación alternativa 2 a 20 años.



El nivel de servicio que predomina en la intersección es el nivel C.

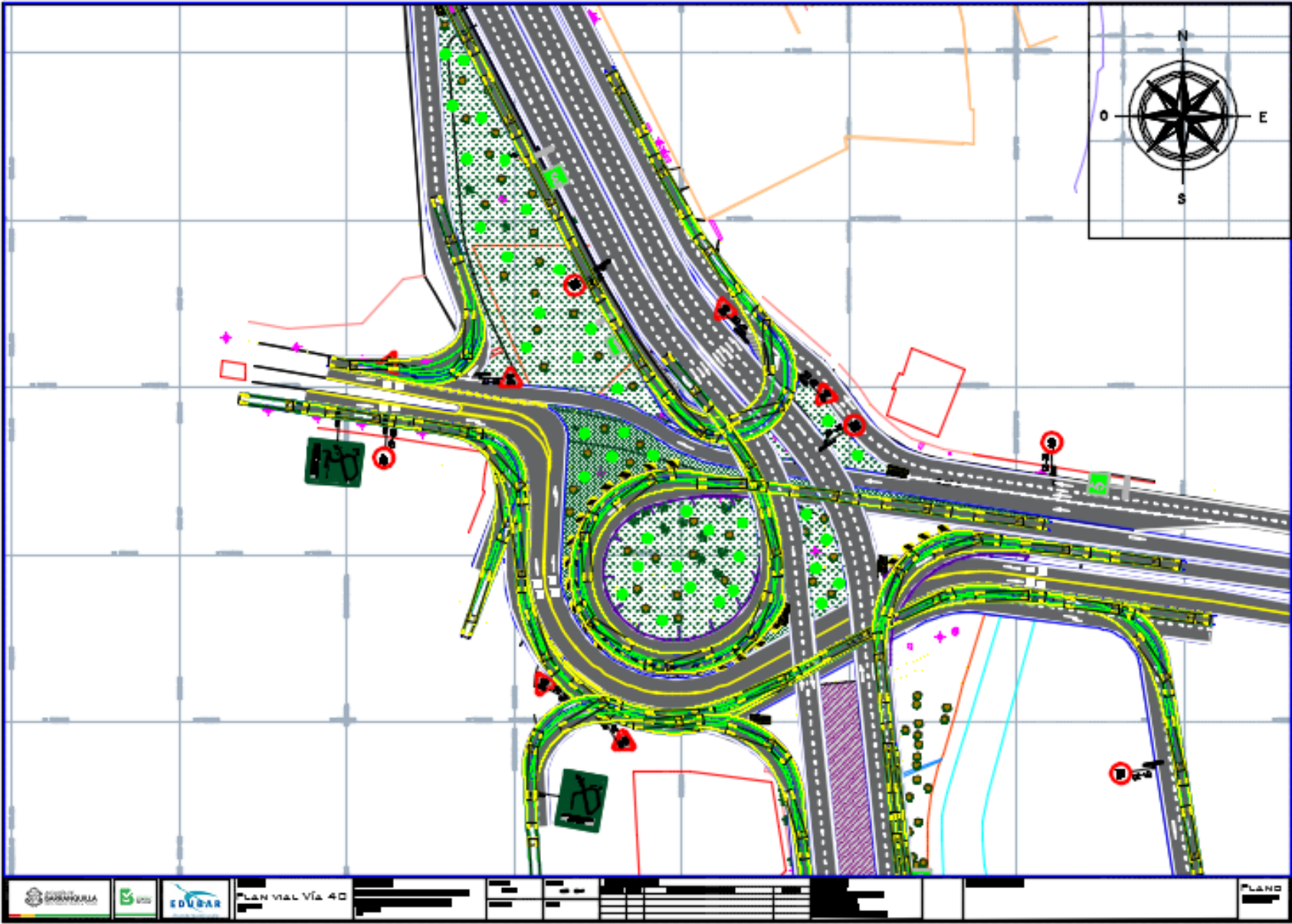
Anexo 10.

10. PLANO DE LA MEJOR ALTERNATIVA VIA 40 CON CARRERA 46





- Plano trayectoria del vehículo de diseño



**Anexo 11.****11. ESTUDIO DE SEGURIDAD VIAL PARA LAS INTERSECCIONES DE  
LA VÍA 40 CON LA CALLE 58 Y CARRERA 46.****Objetivo general**

Realizar Auditoría de Seguridad Vial con base en un recorrido detallado de los sectores de la vía con calle 58 y carrera 46, identificar las acciones que se han implementado en dichos tramos en procura de solucionar o disminuir los efectos que generan las condiciones de la vía y que afecten la seguridad de los usuarios y su impacto en la generación de accidentes de tránsito y pérdida de vidas humanas o en lesiones personales producidas por los mismos.

**Objetivos Específicos**

- ✓ Recorrer la vía de día y de noche revisando el estado de cada uno de los elementos que se identificaron en la Auditoría de Seguridad Vial que no cumplieran con las especificaciones técnicas de seguridad y que constituían riesgo potencial de accidentalidad vial.
- ✓ Elaborar un registro visual a través de fotos que muestren las condiciones riesgosas o que no se ajusten a las normas de seguridad.

**Alcance del estudio**

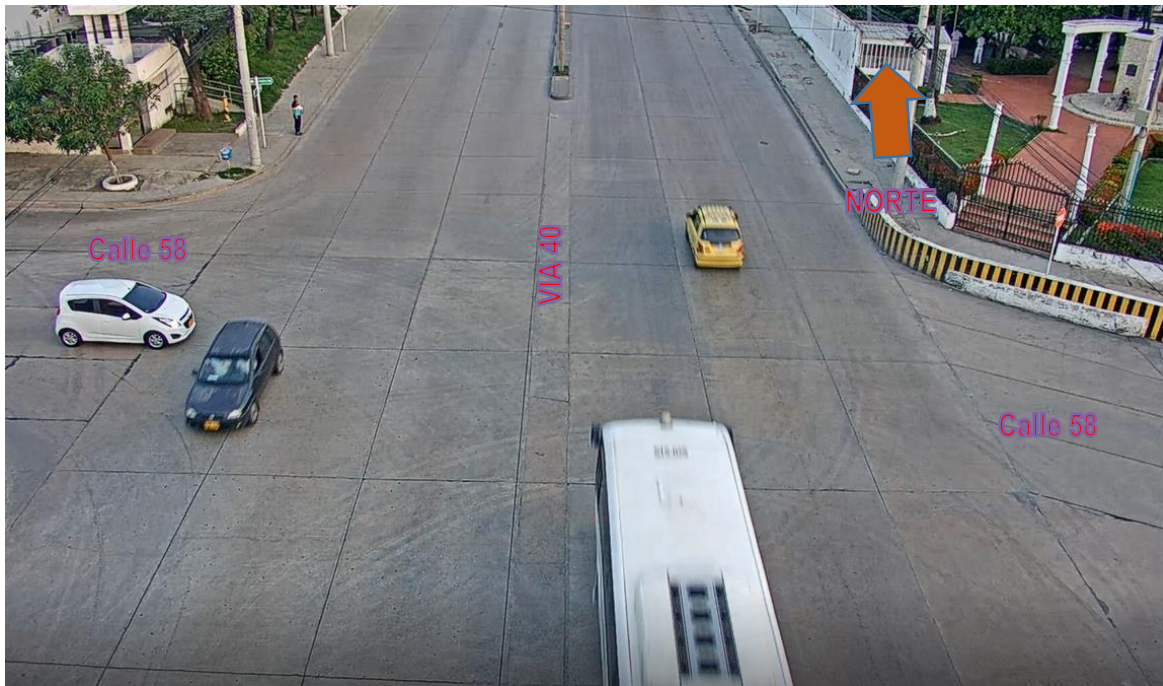
Realizar una asesoría en seguridad vial sobre los posibles riesgos presentados en cada intersección y tener en cuenta el comportamiento a futuro con cada solución planteada dentro del trabajo de grado.

**Tabla 11.1. Relación de los Tramos Viales donde se realizará la ASV.**

| Tramo No. | Ubicación           | Abcisas      | Referencias  |
|-----------|---------------------|--------------|--|
| 1         | Carrera 46 x vía 40 | Intersección | Intersección contigua al museo del caribe y edificio Fedecafe en la ciudad de Barranquilla |
| 2         | Calle 58 X vía 40   | Intersección | Intersección contigua a Armada nacional de Colombia sede Barranquilla                      |







**a) Alineamiento y sección transversal**

- Visibilidad
- Velocidad de diseño y velocidad reglamentada para las diferentes zonas
- Adelantamientos
- Anchos de vía y bermas
- Pendientes transversales
- Drenajes y taludes
- Intersecciones
- Canalizaciones

**b) Señalización vertical e iluminación**

- Iluminación
- Aspectos generales y legibilidad de las señales verticales.
- Aspectos generales y reflectividad de la señalización horizontal.
- Aspectos generales y visibilidad de otros dispositivos.

**c) Barreras de contención y zonas de despeje lateral:**

- Zonas de despeje lateral
- Defensas metálicas y otras barreras de contención

**d) Usuarios de la vía**

- Peatones
- Ciclistas
- Motociclistas
- Transporte público
- Otros usuarios

**e) Puentes y alcantarillas**

- Barreras de contención
- Varios

**f) Pavimentos**

- Defectos
- Estancamientos de agua

**g) Otros**

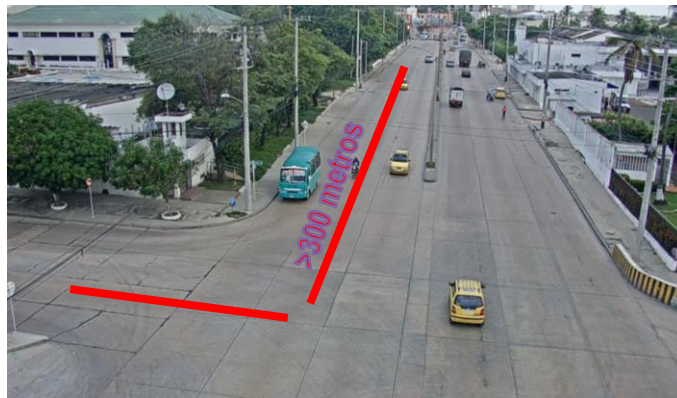
- Estacionamientos
- Facilidades para vehículos pesados (adelantamientos, retornos, áreas de descanso, bermas, etc.)
- Inundaciones
- Pasos por zonas urbanas o con densidad considerable
- Seguridad al borde la vía
- Entorno de la vía
- Trabajos en o adyacentes a la vía
- Problemas de encandilamiento
- Actividades al borde de la vía
- Otros

## Visibilidad

- Calle 58 con Vía 40

La distancia de visibilidad de la intersección desde el conductor que transita sobre la vía 40 en ambos sentidos es superior a trescientos (300) metros, de igual manera el que sale de la calle 58 esta distancia de visibilidad supera los trescientos (300) metros.

Esto se logra ya que no tiene curvas verticales ni horizontales sobre la intersección y ayudan al conductor a realizar cualquier maniobra.



Calle 58 sentido oriente occidente



Calle 58 sentido occidente oriente

- Carrera 46 con Via 40.

La intersección no presenta inconveniente con distancias de visibilidad en su mayoría son superiores a los trescientos (300) metros por lo que los conductores no presentan problemas de seguridad con este ítem analizado.



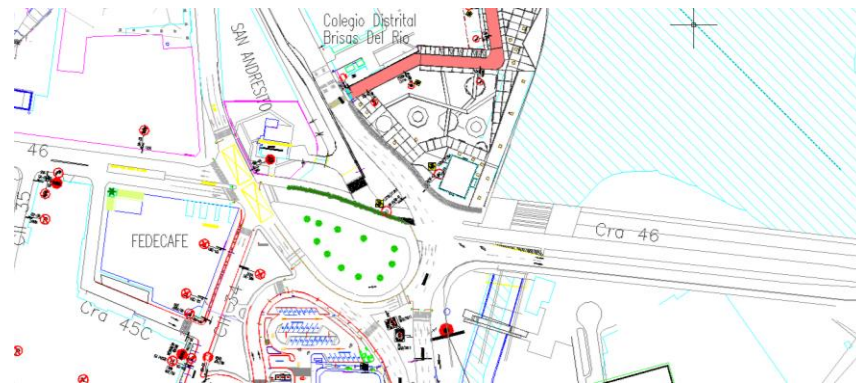
Carrera 46 con via 40 sentido occidente oriente



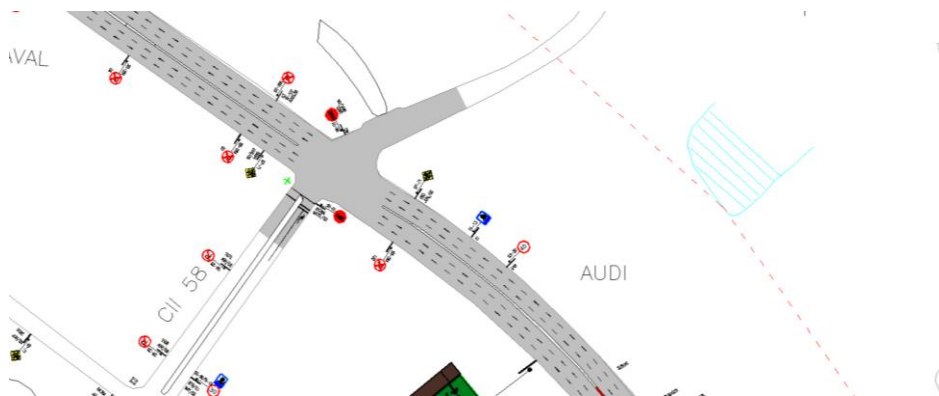
Carrera 46 con via 40 sentido oriente occidente

### **Velocidad de diseño y velocidad reglamentada para las diferentes zonas**

La velocidad de diseño para ambas intersecciones según plano entregado por secretaria de movilidad (adjunto plano) en cabeza de la jefatura técnica es de 30 km/h para carrera 46 con vía 40 y de 40 Km/h en la calle 58 con vía 40.



Carrera 46 via 40.



Calle 58 con via 40.

### **Adelantamientos**

No se presentan ningún adelantamiento en las intersecciones ya que se transita sobre tres carriles por sentido sobre la vía 40 y dos carriles por sentido en calle 58 y carrera 46.

### **Anchos de vía y bermas**

Los anchos de vía correspondientes son los siguientes y fueron medidos en campo y corroborados por topografía.



Vía 40 = 23 metros con tres carriles por sentido y un separador central de 1 metros

Calle 58 = 16 metros con dos calzadas con dos carriles por sentido y un separador de 2 metros

Carrera 46 = 19 metros con dos carriles por sentido en doble calzada y un separador de 5 metros.

No existen bermas en las vías.

### **Drenajes y taludes**

En la intersección de la calle 58 con vía 40 se maneja drenaje superficial en proceso de canalización en estos momentos, durante la escorrentía pluvial los conductores y peatones deben tomar desvíos en la intersección.

Vía 40 con carrera 46 el drenaje se da mediante sumideros y rejillas como se aprecia en la figura.



Via 40 con carrera 46

Lo cual no atenta contra la seguridad vial de conductores y peatones ya que se garantiza la operatividad de la intersección inclusive en época de lluvia.

## Señalización vertical e iluminación

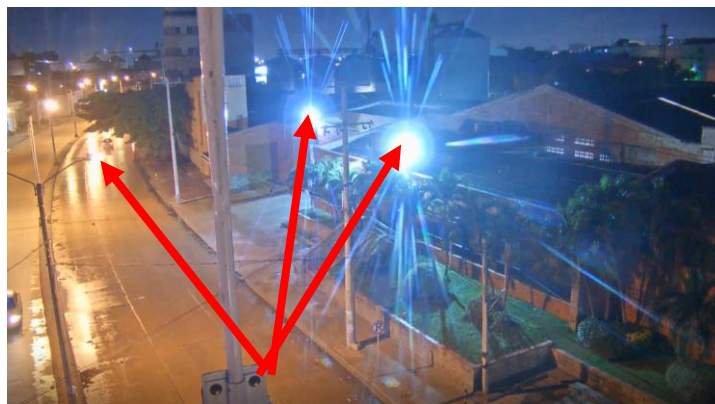
### Iluminación

Después del análisis técnico se observa buena iluminación en las intersecciones como los muestra el registro fotográfico, con lámparas tipo led separadas cada 30 metros para una distribución de iluminación adecuada para las intersecciones.

El sendero peatonal también se encuentra debidamente iluminado .



Via 40 con carrera 46



Via 40 con calle 58

**Aspectos generales y legibilidad de las señales verticales.**

Las señales verticales en ambas intersecciones según los planos de secretaria de movilidad y visita técnica cumplen con los estándares de guía al conductor y al peatón de la forma adecuada por donde circulan, el concesionario de la ciudad de barranquilla garantiza la reflectividad de cada una de sus señales.

El inventario para cada intersección es el siguiente:

Via 40 calle 58

Sr 01 = 2 señales en buen estado

Sr 28<sup>a</sup> = 9 señales en buen estado

Sr 30 = 2 señales en buen estado

Si 13 = 2 señales en buen estado

Sp 71 = 2 señales en buen estado

Via 40 con carrera 46

Sr 04 = 1 señal en buen estado

Sr 25 = 1 señal en buen estado

Sr 28 = 4 señales en buen estado

Si 05 = 2 señales en buen estado

Sr 30 = 2 señales en buen estado

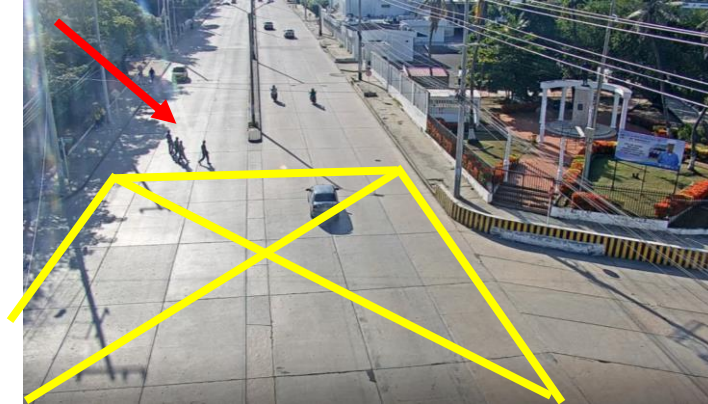
Sp 47 = 2 señales en buen estado

**Aspectos generales y reflectividad de la señalización horizontal.**

En señalización horizontal la calle 58 con vía 40 solo presenta señalización de demarcación de carriles sobre la vía 40, no se presenta demarcados los pasos peatonales, líneas de pare,



zona antibloqueo, se recomienda realizar un diseño de señalización horizontal adecuado para indicar a conductores y peatones la proximidad de una intersección de igual manera lograr un mejor manejo peatonal de la zona.



Via 40 con calle 58 ausencia de señalización horizontal.

Caso contrario sucede en la vía 40 con carrera 46 en donde se encuentra señalizado horizontalmente la intersección. Las micro-esferas hacen que la reflectividad nocturno quede garantizada.



Via 40 con carrera 46 señalización horizontal de la intersección.

### **Barreras de contención y zonas de despeje lateral:**

#### **Zonas de despeje lateral**

En las zonas analizadas para esta tesis de grado no se presenta este ítem.

#### **Defensas metálicas y otras barreras de contención**

En las zonas analizadas para esta tesis de grado no se presenta este ítem.

### **Usuarios de la vía**

Peatones

Ciclistas

Motociclistas

Transporte público

Otros usuarios

En las dos intersecciones analizadas interactúan todos estos actuantes mencionados, adicionales los vehículos de tracción animal y bicicoches en la zona de la vía 40 con carrera 46, no se tiene una bahía adecuada diseñada para el ascenso y descenso de pasajeros, por lo que se realiza sobre el carril externo de las intersecciones.

### **Puentes y alcantarillas**

#### **Barreras de contención**

En las zonas analizadas para esta tesis de grado no se presenta este ítem.

### **Pavimentos**

#### **Defectos**

El pavimento de ambas intersecciones es adecuado y en la carrera 46 con vía 40 tiene dos años de construido no presentan fallas para la adecuada circulación.

#### **Estancamientos de agua**

Las zonas analizadas para esta tesis de grado no se presentan este ítem.

## CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- Se presentan las soluciones y recomendaciones emanadas en cada una de las alternativas de nuestra tesis con el respectivo tratamiento vehicular y peatonal de cada zona, el análisis técnico implementado para mitigar cualquier problemática que se pueda presentar durante la solución.
- Las intersecciones a nivel garantizan eliminar en gran parte el conflicto generado por el vehículo – peatón ya que a los peatones les tocaría interactuar entre el 10% y el 15% del total del tráfico de la intersección. Por ende se asume que la accidentalidad va a disminuir una vez se ejecute algún tipo de solución presentada en este trabajo de grado. A continuación, se presenta la accidentalidad de los dos últimos años sobre las intersecciones analizadas, esta tabla fue suministrada por la secretaria de movilidad de la ciudad de Barranquilla

| NRO_CROQUIS | FECHA RADICA | FECHA ACCIDENTE | AÑO ACCIDENTE | MES ACCIDENTE | DÍA ACCIDENTE | HORA ACCIDENTE | GRAVEDAD    | CLASE ACCIDENTE | LOCALIDAD COMUNA       | SITIO_EXACTO        | TIPO VIA 1 | NRO VIA 1 | NOMENCLATURA VIA 1 | TIPO VIA 2 | NRO VIA 2 | MECLAURA VI | NO HERIDOS | NO MUERTOS | PLACA A GENTE | APELLIDOS          | NOMBRES        |
|-------------|--------------|-----------------|---------------|---------------|---------------|----------------|-------------|-----------------|------------------------|---------------------|------------|-----------|--------------------|------------|-----------|-------------|------------|------------|---------------|--------------------|----------------|
| A000545483  | 03/03/2017   | 17/01/2017      | 2017          | Enero         | Mar           | 03:20:00:PM    | Solo daños  | Choque          | BARRANQUILLA           | VIA 40 CL 58        | Avenida    | 40        |                    | Calle      | 58        |             |            |            | 79575         | PEREZ ANDRADE      | MICHAEL RAFAEL |
| A000569303  | 13/03/2017   | 14/02/2017      | 2017          | Febrero       | Mar           | 08:40:00:AM    | Solo daños  | Choque          | BARRANQUILLA           | VIA 40 CLL 58       | Avenida    | 40        |                    | Calle      | 58        |             |            |            | 79575         | PEREZ ANDRADE      | MICHAEL RAFAEL |
| A000570415  | 27/05/2017   | 05/04/2017      | 2017          | Abril         | Mié           | 06:00:00:PM    | Solo daños  | Choque          | BARRANQUILLA           | VIA 40 CL 58        | Avenida    | 40        |                    | Calle      | 58        |             |            |            | 088988        | MARIN RIOS         | ROLINSON       |
| A000570259  | 08/05/2017   | 08/04/2017      | 2017          | Abril         | Sáb           | 12:40:00:PM    | Solo daños  | Choque          | BARRANQUILLA           | VIA 40 CL 58        | Avenida    | 40        |                    | Calle      | 58        |             |            |            | 79575         | PEREZ ANDRADE      | MICHAEL RAFAEL |
| A000637800  | 06/06/2017   | 28/04/2017      | 2017          | Abril         | Vie           | 03:54:00:PM    | Solo daños  | Choque          | BARRANQUILLA           | VIA 40 CL 58        | Avenida    | 40        |                    | Calle      | 58        |             |            |            | 386           | PEÑUELA MARTINEZ   | LUIS           |
| A000637993  | 06/06/2017   | 04/05/2017      | 2017          | Mayo          | Jue           | 07:40:00:AM    | Solo daños  | Choque          | BARRANQUILLA           | VIA 40 CL 58        | Avenida    | 40        |                    | Calle      | 58        |             |            |            | 089391        | REINA CASTILLO     | MIGUEL ANGEL   |
| A000316692  | 15/01/2016   | 08/01/2016      | 2016          | Enero         | Vie           | 05:20:00:PM    | Solo daños  | Choque          | BARRANQUILLA           | VIA 40 CL 58        | Avenida    | 40        |                    | Calle      | 58        |             |            |            | 383           | PALMERA ALFONSO    | KEVIN JESUS    |
| A000317038  | 11/03/2016   | 01/02/2016      | 2016          | Febrero       | Lun           | 03:50:00:PM    | Solo daños  | Choque          | BARRANQUILLA           | VIA 40 CL 58 01     | Avenida    | 40        |                    | Calle      | 58        |             |            |            | 100773        | LOSADA ESPINOSA    | KAROL LISSETE  |
| A000317425  | 01/04/2016   | 01/03/2016      | 2016          | Marzo         | Mar           | 07:20:00:AM    | Solo daños  | Choque          | BARRANQUILLA           | VIA 40 CL 58        | Avenida    | 40        |                    | Calle      | 58        |             |            |            | 100773        | LOSADA ESPINOSA    | KAROL LISSETE  |
| A000364997  | 15/04/2016   | 05/03/2016      | 2016          | Marzo         | Sáb           | 03:00:00:PM    | Solo daños  | Choque          | BARRANQUILLA           | VIA 40 CL 58        | Avenida    | 40        |                    | Calle      | 58        |             |            |            | 837           | VALENCIA CONTRERAS | DEIVIS         |
| A000365714  | 12/05/2016   | 13/04/2016      | 2016          | Abril         | Mié           | 07:30:00:PM    | Solo daños  | Choque          | BARRANQUILLA           | VIA 40 CL 58        | Avenida    | 40        |                    | Calle      | 58        |             |            |            | 088903        | BERMUDEZ ORTIZ     | DARWIN         |
| A000365859  | 05/05/2016   | 22/04/2016      | 2016          | Abril         | Vie           | 08:00:00:AM    | Con heridos | Choque          | Norte Centro histórico | VIA 40 CLLE 58      | Avenida    | 40        |                    | Calle      | 58        |             | 2          |            | 088980        | RODRIGUEZ CADENA   | EMILIO LEANDRO |
| A000365967  | 12/05/2016   | 29/04/2016      | 2016          | Abril         | Vie           | 08:10:00:PM    | Solo daños  | Choque          | BARRANQUILLA           | VIA 40 CL 58        | Avenida    | 40        |                    | Calle      | 58        |             |            |            | 097501        | MORENO ECHEVERRIA  | JULIO CESAR    |
| A000366277  | 10/06/2016   | 14/05/2016      | 2016          | Mayo          | Sáb           | 09:30:00:PM    | Solo daños  | Choque          | Norte Centro histórico | VIA 40 CLLE 58      | Avenida    | 40        |                    | Calle      | 58        |             |            |            | 184           | GUTIERREZ LEON     | OSCAR JAVIER   |
| A000366271  | 09/06/2016   | 17/05/2016      | 2016          | Mayo          | Mar           | 07:20:00:AM    | Solo daños  | Choque          | BARRANQUILLA           | VIA 40 CLLE 58      | Avenida    | 40        |                    | Calle      | 58        |             |            |            | 019           | MARTINEZ REYES     | WILLIAM        |
| A000417038  | 14/06/2016   | 28/05/2016      | 2016          | Mayo          | Sáb           | 03:20:00:PM    | Con heridos | Choque          | BARRANQUILLA           | VIA 40 CL 58        | Avenida    | 40        |                    | Calle      | 58        |             | 1          |            | 065           | CERVERA MARTINEZ   | MANUEL ESTEBAN |
| A000417241  | 16/06/2016   | 07/06/2016      | 2016          | Junio         | Mar           | 03:50:00:PM    | Solo daños  | Choque          | Norte Centro histórico | VIA 40 CLLE 58      | Avenida    | 40        |                    | Calle      | 58        |             |            |            | 092840        | DÍAZ MARIOTIS      | JAIDER JOSE    |
| A000465676  | 04/10/2016   | 26/09/2016      | 2016          | Septiembre    | Lun           | 12:00:00:PM    | Solo daños  | Choque          | BARRANQUILLA           | VIA 40 CL 58        | Avenida    | 40        |                    | Calle      | 58        |             |            |            | 160           | GONZALEZ CAMILO    | EDUARDO        |
| A000465824  | 07/10/2016   | 03/10/2016      | 2016          | Octubre       | Lun           | 07:20:00:AM    | Solo daños  | Choque          | BARRANQUILLA           | VIA 40 CL 58        | Avenida    | 40        |                    | Calle      | 58        |             |            |            | 088947        | GARCIA PADILLA     | LUIS EDUARDO   |
| A000465891  | 12/10/2016   | 06/10/2016      | 2016          | Octubre       | Jue           | 07:50:00:AM    | Solo daños  | Choque          | BARRANQUILLA           | VIA 40 CL 58        | Avenida    | 40        |                    | Calle      | 58        |             |            |            | 11771         | AMADOR DIAZ        | CARLOS         |
| A000466115  | 24/10/2016   | 19/10/2016      | 2016          | Octubre       | Mié           | 08:10:00:AM    | Solo daños  | Choque          | BARRANQUILLA           | VIA 40 CL 58        | Avenida    | 40        |                    | Calle      | 58        |             |            |            | 486           | ROJAS MAHECHA      | WILDER FERNEY  |
| A000544256  | 14/12/2016   | 03/11/2016      | 2016          | Noviembre     | Jue           | 10:10:00:AM    | Solo daños  | Choque          | Norte Centro histórico | VIA 40 CLLE 58      | Avenida    | 40        |                    | Calle      | 58        |             |            |            | 79575         | PEREZ ANDRADE      | MICHAEL RAFAEL |
| A000544428  | 03/01/2017   | 15/11/2016      | 2016          | Noviembre     | Mar           | 05:00:00:PM    | Con heridos | Choque          | BARRANQUILLA           | VIA 40 CL 58        | Avenida    | 40        |                    | Calle      | 58        |             | 1          |            | 088988        | MARIN RIOS         | ROLINSON       |
| A000544557  | 27/12/2016   | 19/11/2016      | 2016          | Noviembre     | Sáb           | 09:00:00:AM    | Solo daños  | Choque          | BARRANQUILLA           | AVENIDA 40 CALLE 58 | Avenida    | 40        |                    | Calle      | 58        |             |            |            | 089073        | SERRANO LOPEZ      | LUIS EVELIO    |

Informe de accidentalidad vía 40 con calle 58.

| NRO_CROQUIS | FECHA RADICA | ECHA ACCIDENTE | AÑO ACCIDENTE | MES A ACCIDENTE | DIA ACCIDENTE | HORA ACCIDENTE | GRAVEDAD   | LA SE ACCIDENTE | CALIDAD COMU      | SITIO_EXACTO      | TIPO VIA 1 | NRO VIA 1 | MENCLATURA V1 | TIPO VIA 2 | NRO VIA 2 | NOMENCLATURA VIA 2 | NO HERIDOS | NO MUERTOS | PLACA AGENTE | APELLIDOS                    | NOMBRES |
|-------------|--------------|----------------|---------------|-----------------|---------------|----------------|------------|-----------------|-------------------|-------------------|------------|-----------|---------------|------------|-----------|--------------------|------------|------------|--------------|------------------------------|---------|
| A000545330  | 17/01/2017   | 06/01/2017     | 2017          | Enero           | Vie           | 10:30:00:AM    | Solo daños | Choque          | BARRANQUILLA      | VIA 40 CR 46      | Avenida    | 40        | Carrera       | 46         |           |                    | 989        |            | 989          | SANCHES ESTRAL FERNANDO      |         |
| A000569081  | 20/03/2017   | 31/01/2017     | 2017          | Enero           | Mar           | 07:40:00:AM    | Solo daños | Choque          | BARRANQUILLA      | CR 46 CL 30       | Carrera    | 46        | Calle         | 30         |           |                    | 089013     |            | 089013       | OROSTEGUI AMAI NICOLAS       |         |
| A000570081  | 21/04/2017   | 24/03/2017     | 2017          | Marzo           | Vie           | 01:30:00:PM    | Solo daños | Choque          | BARRANQUILLA      | carrera 46 con ca | Carrera    | 46        | Calle         | 30         |           |                    | 092840     |            | 092840       | DIAZ MARIOTIS JAIDER JOSE    |         |
| A000316639  | 08/01/2016   | 03/01/2016     | 2016          | Enero           | Dom           | 11:00:00:AM    | Solo daños | Choque          | BARRANQUILLA      | AV 40 CR 46       | Avenida    | 40        | Carrera       | 46         |           |                    | 168        |            | 168          | GONZALEZ MONTI FREDDY SHTY   |         |
| A000365235  | 25/04/2016   | 18/03/2016     | 2016          | Marzo           | Vie           | 02:00:00:PM    | Solo daños | Choque          | BARRANQUILLA      | VIA 40 CR 46      | Avenida    | 40        | Carrera       | 46         |           |                    | 160        |            | 160          | GONZALEZ CAMILU EDUARDO      |         |
| A000365433  | 28/04/2016   | 29/03/2016     | 2016          | Marzo           | Mar           | 09:15:00:AM    | Solo daños | Choque          | BARRANQUILLA      | VIA 40 CR 46      | Avenida    | 40        | Carrera       | 46         |           |                    | 092840     |            | 092840       | DIAZ MARIOTIS JAIDER JOSE    |         |
| A000365489  | 03/05/2016   | 01/04/2016     | 2016          | Abril           | Vie           | 07:00:00:PM    | Solo daños | Choque          | CENTRO            | VIA 40 CRA 46     | Avenida    | 40        | Carrera       | 46         |           |                    | 094594     |            | 094594       | CASTRO VILLOLO JOHAN ENRIQUE |         |
| A000365841  | 04/05/2016   | 20/04/2016     | 2016          | Abril           | Mié           | 11:10:00:AM    | Solo daños | Choque          | BARRANQUILLA      | VIA 40 CR 16 COL  | Avenida    | 40        | Carrera       | 46         |           |                    | 088969     |            | 088969       | JIMENEZ ANILLO JOSE ALFREDO  |         |
| A000366063  | 19/05/2016   | 04/05/2016     | 2016          | Mayo            | Mié           | 08:15:00:AM    | Solo daños | Choque          | Norte Centro hist | VIA 40 CRA 46     | Avenida    | 40        | Carrera       | 46         |           |                    | 79575      |            | 79575        | PEREZ ANDRADE MICHAEL RAFAEL |         |
| A000416838  | 10/06/2016   | 14/05/2016     | 2016          | Mayo            | Sáb           | 09:18:00:AM    | Solo daños | Choque          | BARRANQUILLA      | VIA 40 CR 46      | Avenida    | 40        | Carrera       | 46         |           |                    | 383        |            | 383          | PALMERA ALFONE KEVIN JESUS   |         |
| A000417743  | 12/07/2016   | 02/07/2016     | 2016          | Julio           | Sáb           | 12:00:00:PM    | Solo daños | Choque          | BARRANQUILLA      | VIA 40 CR 46      | Avenida    | 40        | Carrera       | 46         |           |                    | 583        |            | 583          | VARGAS DALLOS EDGAR EDUARDO  |         |
| A000465578  | 30/09/2016   | 17/09/2016     | 2016          | Septiembre      | Sáb           | 01:00:00:PM    | Solo daños | Choque          | BARRANQUILLA      | VIA 40 CR 46 Y 4  | Avenida    | 40        | Carrera       | 46         |           |                    | 989        |            | 989          | SANCHES ESTRAL FERNANDO      |         |
| A000466075  | 20/10/2016   | 15/10/2016     | 2016          | Octubre         | Sáb           | 10:20:00:AM    | Solo daños | Choque          | BARRANQUILLA      | VIA 40 CR 46      | Avenida    | 40        | Carrera       | 46         |           |                    | 088947     |            | 088947       | GARCIA PADILLA LUIS EDUARDO  |         |
| A000544116  | 12/12/2016   | 27/10/2016     | 2016          | Octubre         | Jue           | 09:10:00:AM    | Solo daños | Choque          | Norte Centro hist | VIA 40 CRA 46     | Avenida    | 40        | Carrera       | 46         |           |                    | 088903     |            | 088903       | BERMUDEZ ORTIZ DARWIN        |         |
| A000544119  | 12/12/2016   | 29/10/2016     | 2016          | Octubre         | Sáb           | 06:50:00:PM    | Solo daños | Choque          | BARRANQUILLA      | VIA 40 CRA 46     | Avenida    | 40        | Carrera       | 46         |           |                    | 486        |            | 486          | ROJAS MAHECHA WILDER FERNEY  |         |
| A000544261  | 14/12/2016   | 07/11/2016     | 2016          | Noviembre       | Lun           | 11:10:00:AM    | Solo daños | Choque          | BARRANQUILLA      | VIA 40 CR 46      | Avenida    | 40        | Carrera       | 46         |           |                    | 088939     |            | 088939       | ESCOBAR CARO JHON FREDDY     |         |
| A000544754  | 28/12/2016   | 01/12/2016     | 2016          | Diciembre       | Jue           | 05:20:00:PM    | Solo daños | Choque          | BARRANQUILLA      | VIA 40 CR 46      | Avenida    | 40        | Carrera       | 46         |           |                    | 737        |            | 737          | VELEZ RAMIREZ GUILLERMO ANTO |         |
| A000544918  | 30/12/2016   | 11/12/2016     | 2016          | Diciembre       | Dom           | 03:00:00:PM    | Solo daños | Choque          | BARRANQUILLA      | VIA 40 CRA 41     | Avenida    | 40        | Carrera       | 46         |           |                    | 106427     |            | 106427       | MURGAS HERNAN OSCAR          |         |
| A000316805  | 22/01/2016   | 13/01/2016     | 2016          | Enero           | Mié           | 10:30:00:AM    | Solo daños | Choque          | BARRANQUILLA      | CL 30 CR 46       | Calle      | 30        | Carrera       | 46         |           |                    | 383        |            | 383          | PALMERA ALFONE KEVIN JESUS   |         |
| A000365215  | 25/04/2016   | 16/03/2016     | 2016          | Marzo           | Mié           | 06:50:00:PM    | Solo daños | Choque          | Norte Centro hist | CLLE 30 CRA 46    | Calle      | 30        | Carrera       | 46         |           |                    | 737        |            | 737          | VELEZ RAMIREZ GUILLERMO ANTO |         |
| A000417197  | 17/06/2016   | 03/06/2016     | 2016          | Junio           | Vie           | 04:30:00:PM    | Solo daños | Choque          | Norte Centro hist | CLLE 30 CRA 46    | Calle      | 30        | Carrera       | 46         |           |                    | 737        |            | 737          | VELEZ RAMIREZ GUILLERMO ANTO |         |
| A000417248  | 16/06/2016   | 08/06/2016     | 2016          | Junio           | Mié           | 06:40:00:AM    | Solo daños | Choque          | CENTRO            | CLLE 30 CRA 46    | Calle      | 30        | Carrera       | 46         |           |                    | 098335     |            | 098335       | PARRA SILGADO JUAN DAVID     |         |
| A000418029  | 02/08/2016   | 22/07/2016     | 2016          | Julio           | Vie           | 01:00:00:PM    | Solo daños | Choque          | BARRANQUILLA      | CL 30 CR 46       | Calle      | 30        | Carrera       | 46         |           |                    | 089087     |            | 089087       | VALERO SAMUDIC DAVID         |         |
| A000418036  | 01/08/2016   | 25/07/2016     | 2016          | Julio           | Lun           | 12:30:00:PM    | Solo daños | Choque          | BARRANQUILLA      | CL 30 CR 46       | Calle      | 30        | Carrera       | 46         |           |                    | 737        |            | 737          | VELEZ RAMIREZ GUILLERMO ANTO |         |
| A000418106  | 04/08/2016   | 26/07/2016     | 2016          | Julio           | Mar           | 11:10:00:AM    | Solo daños | Choque          | BARRANQUILLA      | CL 30 CR 46       | Calle      | 30        | Carrera       | 46         |           |                    | 486        |            | 486          | ROJAS MAHECHA WILDER FERNEY  |         |
| A000465291  | 06/09/2016   | 03/09/2016     | 2016          | Septiembre      | Sáb           | 01:40:00:PM    | Solo daños | Choque          | BARRANQUILLA      | CL 30 CR 46       | Calle      | 30        | Carrera       | 46         |           |                    | 093177     |            | 093177       | GARCIA VALENCI/HERNAN        |         |
| A000465230  | 06/09/2016   | 01/04/2016     | 2016          | Abril           | Vie           | 04:50:00:PM    | Solo daños | Choque          | BARRANQUILLA      | CR 46 VIA 40      | Carrera    | 46        | Avenida       | 40         |           |                    | 486        |            | 486          | ROJAS MAHECHA WILDER FERNEY  |         |
| A000465764  | 06/10/2016   | 29/09/2016     | 2016          | Septiembre      | Jue           | 10:00:00:AM    | Solo daños | Choque          | BARRANQUILLA      | CR 46 CL 30       | Carrera    | 46        | Calle         | 30         |           |                    | 092840     |            | 092840       | DIAZ MARIOTIS JAIDER JOSE    |         |

## Informe de accidentalidad vía 40 con carrera 46

- Cada planteamiento técnico tiene su diseño de señalización debidamente argumentado bajo las normativas colombianas, esto complementa que la solución a ejecutar sea integral y adecuada para cada interactuante vial.
- Cabe resaltar que la seguridad vial es una responsabilidad compartida. La reducción del riesgo en los sistemas de tránsito del mundo requiere el compromiso y la adopción de no solo los interactuantes viales, el compromiso del gobierno es indispensable para que la accidentalidad sea disminuida.

Anexo 12.

## **12. ARTICULO**

Se elaboró el siguiente artículo teniendo en cuenta las especificaciones del manual de normas y estilo de la editorial universidad del norte, con el fin de su respectiva publicación.

## **Diseño Geométrico y Evaluación Funcional de las Intersecciones de la Vía 40 con la Calle 58 y con la Carrera 46 en la Ciudad de Barranquilla**

---

### **Geometric Design and Functional Evaluation of the Intersections of Road 40 with 58th Street and 46th Race in the City of Barranquilla**

**Johan Alexander Fritz Rojas y Jairo Andrés González Santacruz**

Fecha de recepción: 15/08/2018

#### Resumen

Este artículo plantea dos alternativas viales en las intersecciones presentes sobre la Vía 40 con la calle 58 y carrera 46 en la ciudad de Barranquilla, para solucionar los conflictos de accidentalidad y de tránsito existentes que generan retrasos para los usuarios y pérdidas para la economía de la ciudad.

Estas soluciones son el resultado de evaluar varias alternativas con el objetivo de escoger entre ellas la más conveniente desde el punto de vista funcional. La evaluación de cada alternativa comprende el análisis de tránsito para determinar la demanda presente en cada movimiento y el análisis del nivel de servicio ofrecido por cada solución.

Los resultados del trabajo son planteamientos geométricos en planta y perfil, bajo el cumplimiento de todos los parámetros de la norma aplicada para vías urbanas vigentes, HCM 2010 y manual de diseño geométrico de carreteras INVIAS 2008, que definen la solución vial más favorable para optimizar la movilidad del sector.

Palabras clave: Intersección, tránsito, nivel de servicio, evaluación funcional

#### Abstract

This article proposes two road alternatives at the intersections present on road 40 with 58th street and 46th race in the city of Barranquilla, to solve existing traffic and accident conflicts that generate delays for users and losses for the economy from the city.

These solutions are the result of evaluating several alternatives in order to choose among them the most convenient from the functional point of view. The evaluation of each alternative includes analysis of traffic to determine the demand present in each movement and analysis of the level of service offered by each solution.

The results of the work are geometric approaches in plant and profile, under the fulfillment of all the parameters of the standard applied for urban roads in force, HCM 2010 and manual of geometric design of roads INVIAS 2008, which define the most favorable road solution to optimize the mobility of the sector.

Keywords: Intersection, transit, service level, functional evaluation

#### 1. Introducción



En la ciudad de Barranquilla, capital del departamento del Atlántico, las intersecciones ubicadas en la vía 40 con la calle 58 y con la carrera 46 presentan altos niveles de accidentalidad y tráfico en horas pico; adicionalmente, la vía 40 tiene un alto impacto sobre la economía de la ciudad y es necesaria su inmediata intervención.

Con este panorama se propone realizar el levantamiento topográfico y estudio de tránsito de las dos intersecciones y realizar un análisis del flujo vehicular, capacidad y nivel de servicio, para plantear dos alternativas de diseño geométrico que solucionen los conflictos de movilidad; estas alternativas de solución deben ser seguras, cómodas y adecuarse a la estética de la zona, cumpliendo la normativa de diseño para vías urbanas.

## 2. Objetivo y alcance

Analizar la situación actual del tránsito, la demanda vehicular proyectada y el impacto que el proyecto urbanístico genera sobre la movilidad circundante y su zona de influencia.

## 3. Descripción del proyecto

El proyecto consiste en desarrollar y presentar soluciones viales de 2 intersecciones importantes sobre la Vía 40, con el fin de mejorar las condiciones de movilidad de este importante corredor vial del Distrito de Barranquilla.

Las intersecciones que analizar son:

- Vía 40 – Calle 58.

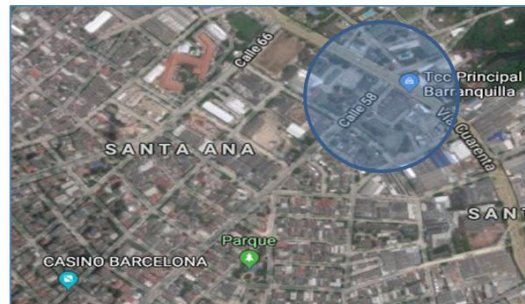


Ilustración 1 Vía 40 con calle 58.

- Vía 40 – Carrera 46 – Calle 30.



Ilustración 2 Vía 40 con carrera 46.

## 4. Caracterización de la malla vial circundante

En el área de influencia del proyecto se encuentran las siguientes vías de importancia en la movilidad de la ciudad, debido al alto tráfico vehicular:

- Vía 40: Esta es una vía Categoría I y es de gran importancia para la movilidad del norte de la ciudad. En esta vía se maneja un gran flujo de vehículos y se permiten altas velocidades (60 Km/h), lo que la hace una de las vías más importantes y a la cual acuden los conductores por temas de rapidez y comodidad. Esta vía cuenta con doble calzada de tres carriles cada una y un separador de 0.8 m de ancho; cada carril

tiene un ancho de 3.5 m, estas características las mantiene hasta la calle 82, donde pasa a ser una doble calzada, con dos carriles de 3.5m cada uno, y el mismo ancho para el separador.



Ilustración 3 Caracterización Malla Vial Vía 40.

- Carrera 46: esta vía está catalogada como vía categoría I. Es una vía de una doble calzada de cuatro carriles de 3.5 m cada uno, con un carril sentido exclusivo para el uso del sistema de transporte masivo Transmetro, hasta la calle 72. Es una vía de doble sentido y con altos volúmenes de tráfico. En la intersección con la vía 40 y la calle 30 se presenta una intersección semaforizada.



Ilustración 4 Caracterización de la Malla Vial Carrera 46

- Calle 30: catalogada como vía categoría I. Vía de una doble calzada en doble sentido de seis carriles de 3.5 m cada uno, con un separador de 1 m de ancho. Esta vía el ingreso al Distrito de Barranquilla desde el sur, cuyo límite es el municipio de Soledad, en donde se

encuentra el Aeropuerto Internacional Ernesto Cortissoz. En ella se desarrolla importante actividad industrial, portuaria y comercial, teniendo en cuenta su conexión con terminales de carga, fábricas y los más importantes mercados de mayoreo de víveres de la ciudad.

La vía está deteriorada en la estructura del pavimento, en especial en los tramos en los que el tráfico de carga pesada tiene mayor volumen, generando poca fluidez en la movilidad de esta.



Ilustración 5 Caracterización De La Malla Vial Calle 30.

- Calle 58: catalogada como vía categoría III. Vía de una doble calzada de cuatro carriles de 3.5 m cada uno, con un separador de 1.50 m de ancho. Es una vía de doble sentido con altos volúmenes de tráfico por la conexión que le da a la zona.



Ilustración 6 Caracterización De La Malla Vial Calle 58.

## 5. Levantamiento topográfico

El levantamiento topográfico cuenta con el nivel de detalle requerido para la elaboración de las propuestas del proyecto, todos los detalles se tomaron con estación total y se guardaron en memoria interna. Se levantaron cien metros por cada acceso que llega a la intersección y se elaboró lo siguiente:

- Levantamientos planimétricos
- Levantamientos altimétricos
- Levantamientos arquitectónicos
- Levantamientos de posicionamiento satelital. (GPS)



Ilustración 7 Levantamiento topográfico vía 40 con calle 58



Ilustración 8 Levantamiento topográfico vía 40 con carrera 46

Se realizaron tres aforos vehiculares, uno de los cuales se hizo en un día atípico, la hora de cada aforo por corresponder a una intersección muy transitada se comenzó a las 7.00 a.m. y se terminó a las 7.00 p.m, el aforo de 12 horas permite verificar las horas pico y calcular el volumen horario de máxima demanda.

El estudio vehicular se realizó el viernes 22 de septiembre de 2017 con intervalos de 15 minutos, se contó el volumen vehicular por acceso considerando la categoría de vehículo y el tipo de movimiento, de estos se obtuvieron los respectivos factores horarios de máxima demanda.

| VOLUMEN EN HMD (ade) | HMD         | VEHICULOS EQUIV |      |
|----------------------|-------------|-----------------|------|
|                      |             | q15             | FHMD |
| 5,404                | 7:45 - 8:00 | 1,313           | 0.98 |
|                      | 8:00 - 8:15 | 1,355           |      |
|                      | 8:15 - 8:30 | 1,369           |      |
|                      | 8:30 - 8:45 | 1,367           |      |

Tabla 1 Volumen hora máxima demanda Vía 40-calle 58.

| VOLUMEN EN HMD (ade) | HMD           | VEHICULOS EQUIV |       |
|----------------------|---------------|-----------------|-------|
|                      |               | q15             | FHMD  |
| 6,748                | 17:45 - 18:00 | 1,702           | 0.979 |
|                      | 18:00 - 18:15 | 1,677           |       |
|                      | 18:15 - 18:30 | 1,723           |       |
|                      | 18:30 - 18:45 | 1,646           |       |

Tabla 2 Volumen hora máxima demanda Vía 40-Carrera 46.

Para la proyección vehicular a años futuros, se utilizará el valor del PIB del departamento del Atlántico, el cuál es suministrado por el DANE, este valor corresponde al 3,5%

## 6. Análisis del tránsito y proyección vehicular

## 7. Nivel de servicio sin proyecto



Para obtener los niveles de servicio se hizo una micro-simulación en el software TSIS. De la modelación de TSIS se puede obtener los siguientes parámetros de salida:

- Control delay o demora promedio por vehículo (segundos/vehículo): es la demora promedio que experimenta el vehículo promedio al completar un viaje en un tramo.
- Stop o paradas promedio de vehículos (%): es el porcentaje de todos los viajes en el que un vehículo es obligado a realizar un PARE completo, al menos una vez.
- Velocidad promedio de recorrido (km/h): es la distancia total recorrida dividida por el tiempo total de recorrido en el tramo.

Estos parámetros se comparan con los criterios establecidos por el HCM10 y se asigna el nivel de servicio. Teniendo en cuenta esto, para la vía 40 con calle 58 y carrera 46 los niveles de servicio son de calificación F.

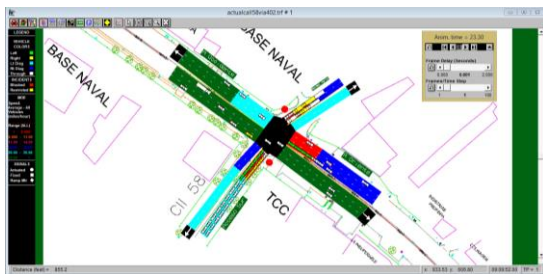


Ilustración 9 Modelo vía 40 con calle 58 sin proyecto

Para la vía 40 con calle 58 como solución inmediata para solucionar los problemas de accidentalidad se propone la colocación de semáforos, los niveles de servicio

continúan en F, pero permite que los giros a la izquierda se realicen de manera segura.

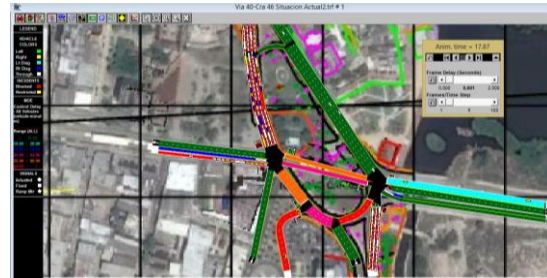


Ilustración 10 Modelo vía 40 con carrera 46 sin proyecto

La vía 40 con carrera 46 ya se encuentra semaforizada por lo cual proponer una solución inmediata no es eficaz.

#### 8. Nivel de servicio con proyecto.

Para la vía 40 con calle 58 se plantean las siguientes alternativas

- Alternativa 1: Intersección semaforizada.

Consiste en aumentar el número de carriles de la vía 40 y colocar semáforos, se obtiene un nivel de servicio C para el año 20.

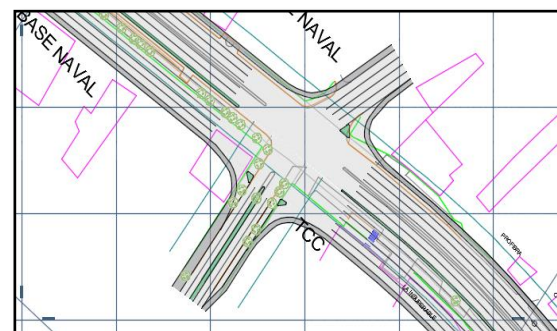


Ilustración 11 Modelo vía 40 con calle 58 alternativa 1.

- Alternativa 2: Intersección a desnivel.

Consiste en aumentar elevar los ramales que permiten el giro a la izquierda y permitir un flujo continuo en la vía 40, se obtiene un nivel de servicio C para el año 20.

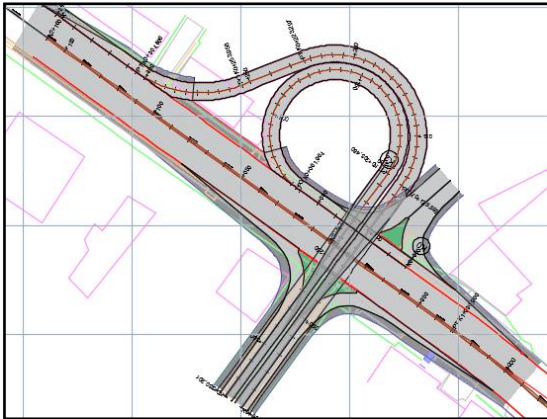


Ilustración 12 Modelo vía 40 con calle 58 alternativa 2.

- Alternativa 3: Intersección a desnivel con glorieta.

Consiste en aumentar elevar la vía 40 que tiene los volúmenes vehicular más altos y llevar los demás accesos a una glorieta, se obtiene un nivel de servicio B para el año 20.

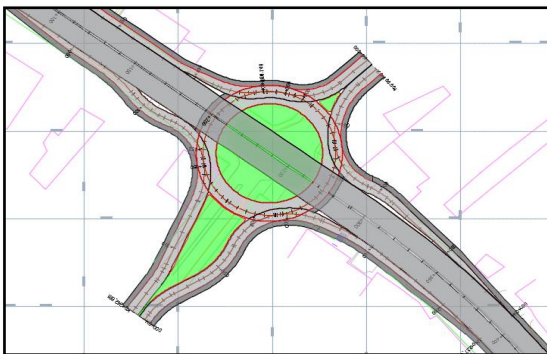


Ilustración 13 Modelo vía 40 con calle 58 alternativa 3.

Para la vía 40 con carrera 46 se plantean las siguientes alternativas

- Alternativa 1: Intersección a desnivel.

Se fundamenta en los siguientes puntos: primero, elevar la calzada principal, en este caso la vía 40 - calle 30, la cual tiene los cruces directos con mayores volúmenes vehiculares; segundo, permitir los retornos del acceso norte de la vía 40 por debajo del puente; tercero, dejar dos carriles para el flujo continuo del transporte público Transmetro; cuarto, dejar un flujo continuo para la carrera 46 y el corredor portuario; y quinto, eliminar la glorieta de la carrera 50, ya que esta provocaba colas vehiculares que afectaban el nivel de servicio de la intersección a desnivel. La modelación nos da un nivel de servicio B hasta el año 15.

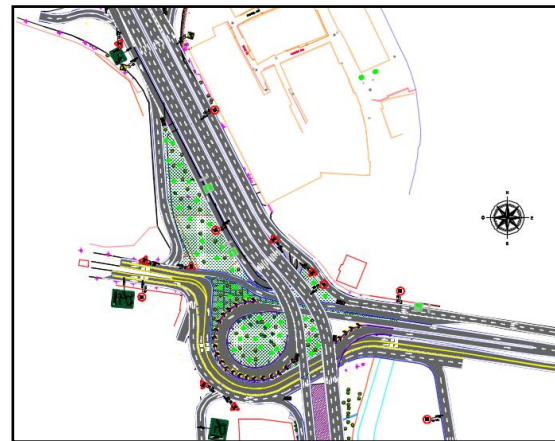


Ilustración 14 Modelo vía 40 con carrera 46 alternativa 1.

- Alternativa 2: Intersección a desnivel con glorieta.

Consiste en elevar y dar prioridad al flujo vehicular proveniente de la vía 40, la cual presenta el mayor flujo vehicular y

también elevar y dar prioridad al flujo proveniente de la carrera 46, por la cual pasa las rutas de Transmetro de Barranquilla. Se obtienen nivel de servicio C, esto indica que la glorieta no es buena opción.

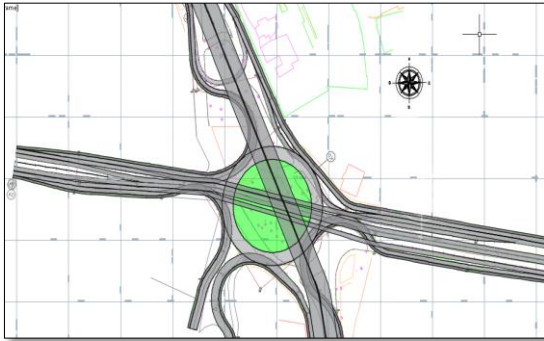


Ilustración 15 Modelo vía 40 con carrera 46 alternativa 2.

### 9. Alternativas para los peatones

El tránsito peatonal hace parte integral del diseño de la alternativa de solución; se busca principalmente dar seguridad a los peatones que desean cruzar la vía, reduciendo y previniendo los riesgos de atropellos.

Teniendo en cuenta lo anterior se propone un diseño en armonía con el entorno y accesible para cualquier persona, manteniendo siempre los requisitos de seguridad estructural y economía en su realización. Así, considerando las especificaciones del manual de señalización se establece que el flujo peatonal de las dos intersecciones y la relación  $pv_2$  es baja, por lo cual el dispositivo de control que garantiza movilidad y seguridad para el tránsito peatonal es el paso cebra.

### 10. Conclusiones

- El estudio de tránsito mediante video-cámaras permite un conteo riguroso de los vehículos y las maniobras que estos realizan; además, permite el análisis de la problemática y revisión de los conteos, por lo que se consideran óptimas y recomendables para el desarrollo de este tipo de trabajos.

- La intersección de la vía 40 con calle 58 está controlada con señal de PARE, lo que dificulta la maniobra de todos los giros a izquierda, que son la causa de la accidentalidad. Como solución inmediata se plantea colocar semáforos, lo que reduce el nivel de servicio de la vía 40. Por esta razón, como mejor alternativa se plantea una intersección a desnivel con glorieta, que mejora los niveles de servicio, aprovecha mejor la infraestructura existente, reduce la velocidad y la accidentalidad.

- La intersección de la vía 40 con la carrera 46 está controlada con semáforos. Sin embargo, la accidentalidad se debe a los altos volúmenes vehiculares y a las grandes colas que se generan. Para pasar, un vehículo debe esperar dos o tres fases; además, la infraestructura presenta irregularidades y mala señalización, lo que confunde a los conductores. Todo lo anterior genera niveles de servicio bajos. Teniendo en cuenta esto, se plantea una intersección a desnivel con elevación de los ramales provenientes de la vía 40 y carriles exclusivos para el transporte público urbano. Esta alternativa, además de aumentar los niveles de servicio, aprovecha la infraestructura existente.

- Además de considerar el tránsito vehicular, es importante considerar el peatonal. Los conteos realizados sobre la vía 40 con calle 58 y carrera 46 indican que con la demarcación del paso cebra es suficiente para garantizar la seguridad y movilidad del flujo peatonal. Se debe tener cuidado en el caso de glorietas, que tiene algunas indicaciones adicionales.

## 11. Bibliografía.

- MANUAL DE DISEÑO GEOMÉTRICO DE CARRETERAS INVIAS (2008).
- M D Martin Gasulla. (2011). ESTUDIO Y MEJORA DE LA CAPACIDAD Y FUNCIONALIDAD DE GLORIETAS CON FLUJOS DE TRAFICO DESCOMPENSADOS MEDIANTE MICROSIMULACION DE TRAFICO. APLICACIÓN A LA INTERSECCION DE LA CV-500 CON LA CV-401, EN EL SALER (T.M. VALENCIA). Universidad Politécnica de valencia.
- R F Sánchez Osorio, L Y Gil Ángel. (2016). GUIA METODOLOGICA Y MODELAMIENTO DE UNA TURBOGLORIETA TIPO ESTRELLA Y PASO A DESNIVEL EN LA AUTOPISTA SUR CON CALLE 59 SUR, Bogotá, Colombia, Universidad distrital Francisco José de Caldas.
- D. Rafael Sánchez R. (2008). PROYECTO DE CONSTRUCCION DE UNA ROTONDA EN LA CONFLUENCIA DE LA N-630 CON LA N-631. Escuela politécnica superior de Zamora, Universidad de Salamanca.
- L A Bulla Cruz. (2010). METODOLOGIA PARA LA EVALUACION TECNICA Y OPERATIVA DE TURBOGLORIETAS COMO ALTERNATIVA DE INTERSECCION VIAL EN EL AMBITO URBANO. Bogotá. Colombia, Universidad Nacional de Colombia-Sede Bogotá.
- C P Molina Palacio. (2008). PREDISEÑO GEOMETRICO INTERSECCION AVENIDA KEVIN ANGEL MEJIA-SALIDA NEIRA. Universidad Nacional de Colombia. Sede Manizales.
- G Arboleda Vélez. (2000). CÁLCULO Y DISEÑO DE GLORIETAS. Segunda edición. Impreso por Cargraphics S.A. – Impresión Digital. Cali, Colombia.
- NCHRP- REPORT 672. (2010) ROUNDABOUTS: AN INFORMATIONAL GUIDE. Secon Edition. U.S. Department at transportation. Federal Highway Administration.
- C U Ramirez, D J Silva M. (2003). METODOLOGIA PARA EL ANALISIS DE INTERSECCIONES SEMAFORIZADAS. Universidad Nacional de Ingeniería. Nicaragua.
- Flahaut, B. (2004). Impact of infrastructure and local environment on road unsafety: Logistic modeling with spatial autocorrelation. Accident Analysis & Prevention, Vol. 36 Issue 6, 1055-1066.
- Marquez, L. G. (2010). Methodology for the Assessment of External Costs of Accidents in Transportation Projects. Ingeniería y Universidad. Vol. 14, No. 1.
- Mendoza Díaz, A., & Rivera Guerra, F. A. (2002). Una metodología para el tratamiento de sitios de alta incidencia de accidentes en carreteras: un ejemplo de aplicación. Instituto mexicano del Transporte, Issue 209, 151.
- Noland, R. B. (2003). Traffic fatalities and injuries: the effect of changes in infrastructure and other trends. Accident Analysis & prevention. Vol. 35, Issue 4, 599-611.