



**“ACTUALIZACIÓN, AJUSTES Y COMPLEMENTACIÓN DE LA
FACTIBILIDAD Y LOS ESTUDIOS Y DISEÑOS DEL CABLE AÉREO EN SAN
CRISTÓBAL,
EN BOGOTÁ D.C.”**

CONTRATO DE CONSULTORÍA No. 1630 DE 2020

INF-TRA-CASC-125-21 V4

**FASE 3: ESTUDIO DE TRÁNSITO Y MOVILIDAD
ESTACIÓN ALTAMIRA**

CONSORCIO CS



BOGOTÁ D.C., 06 JUNIO 2022

	ACTUALIZACIÓN, AJUSTES Y COMPLEMENTACIÓN DE LA FACTIBILIDAD Y LOS ESTUDIOS Y DISEÑOS DEL CABLE AÉREO EN SAN CRISTÓBAL, EN BOGOTÁ D.C.	
---	--	---

PRODUCTO DOCUMENTAL

INF-TRA-CASC-125-21 V4

FASE 3: ESTUDIO DE TRÁNSITO Y MOVILIDAD ESTACIÓN ALTAMIRA

CONTROL DE VERSIONES

Versión	Fecha	Descripción de la Modificación	Folios
Versión 00	28/10/2021	Atención de observaciones de Interventoría	210
Versión 01	30/11/2021	Atención de observaciones de Interventoría	229
Versión 02	28/01/2022	Atención de observaciones de SDM	280
Versión 03	01/04/2022	Atención de observaciones de SDM	299
Versión 04	06/06/2022	Atención de observaciones de SDM	249

EMPRESA CONTRATISTA

ELABORADO POR:	REVISADO POR:	APROBADO POR:
Ing. Juan Guillermo Ruiz Fonseca Especialista Tránsito y Transporte	Ing. Juan Guillermo Ruiz Fonseca Especialista Tránsito y Transporte	Ing. Mario Ernesto Vacca G. Director de Consultoría

EMPRESA INTERVENTORA

REVISADO POR:	AVALADO POR:	APROBADO POR:
Ing. Andrés Felipe Giraldo Especialista Tránsito y Transporte	Ing. Wilmer Alexander Roza Coordinador de Interventoría	Ing. Oscar Andrés Rico Gómez Director de Interventoría

TABLA DE CONTENIDO

1	INTRODUCCIÓN.....	15
2	OBJETIVOS	16
2.1	OBJETIVO GENERAL	16
2.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	16
3	ALCANCE DEL ESTUDIO	18
4	INFORMACIÓN DEL PROYECTO	20
4.1	ESTACIÓN DE RETORNO - ALTAMIRA	22
4.2	DEMANDA POTENCIAL DE LA ESTACIÓN DE TRANSFERENCIA	25
5	METODOLOGÍA DEL ESTUDIO DE TRÁNSITO	28
6	RECOPIACIÓN DE INFORMACIÓN SECUNDARIA.....	32
7	DEFINICIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA	44
7.1	ÁREA DE INFLUENCIA DIRECTA (AID).....	44
7.2	ÁREA DE INFLUENCIA INDIRECTA (AII)	52
7.3	ÁREA DE INTERVENCIÓN DEL CONTRATO IDU 1630/2020	62
8	RECOPIACIÓN DE INFORMACIÓN PRIMARIA	63
8.1	CONSIDERACIONES PARA LA TOMA DE INFORMACIÓN DE CAMPO	70
9	CARACTERIZACIÓN FÍSICA Y OPERACIONAL DEL TRÁNSITO.....	73
9.1	DIAGNÓSTICO DE LOS FLUJOS NO MOTORIZADOS.....	74
9.2	DIAGNÓSTICO DE LOS FLUJOS MOTORIZADOS	96
9.3	ANÁLISIS DE SEGURIDAD VIAL EN EL ÁREA.....	129
10	REPRESENTACIÓN DE LA SITUACIÓN ACTUAL SIN PROYECTO	137
10.1	REPRESENTACIÓN Y CALIBRACIÓN DE FLUJOS MOTORIZADOS	138
10.2	REPRESENTACIÓN Y CALIBRACIÓN DE FLUJOS NO MOTORIZADOS	166
11	REPRESENTACIÓN DE LA SITUACIÓN FUTURA CON PROYECTO	174
12	SELECCIÓN DE LAS SOLUCIONES DEFINITIVAS DE TRÁNSITO.....	203

 CONSORCIO CS Caly Mayor Colombia S.A.S.  Supering Supervisión e Ingeniería del Proyecto	<i>ACTUALIZACIÓN, AJUSTES Y COMPLEMENTACIÓN DE LA FACTIBILIDAD Y LOS ESTUDIOS Y DISEÑOS DEL CABLE AÉREO EN SAN CRISTÓBAL, EN BOGOTÁ D.C.</i>	
--	---	--

12.1	INTERVENCIONES PARA EL INICIO DE LA OPERACIÓN	211
12.2	ARTICULACIÓN DE LA BICICLETA CON LA ESTACIÓN DE RETORNO	238
13	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	241

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Localización general del Cable Aéreo San Cristóbal	21
Figura 2. Localización Estación de Retorno	23
Figura 3. Implantación de Estación de Retorno Altamira	24
Figura 4. Perspectivas estación de Retorno.....	25
Figura 5. Demanda potencial Cable San Cristóbal año 30 de operación	26
Figura 6. Metodología Estudio de Tránsito y Transporte Estación de Retorno	28
Figura 7. Zona de recolección de información secundaria.....	33
Figura 8. Acceso peatonal a la Estación de Retorno	45
Figura 9. Polos atractores y generadores de viajes alrededor de la Estación de Retorno.....	46
Figura 10. Pendientes del terreno sector Altamira	47
Figura 11. Trayectorias peatonales en el sector de la Estación de Retorno	48
Figura 12. Área de Influencia Directa Estación de Retorno	52
Figura 13. Malla vial alrededor de la estación de retorno	54
Figura 14. Rutas de transporte público, paraderos e intersecciones semaforizadas.....	55
Figura 15. Siniestralidad alrededor de la estación de retorno	56
Figura 16. Validaciones transporte público en paraderos alrededor de la estación de retorno	57
Figura 17. Posibles desvíos vehiculares durante proceso constructivo.....	58
Figura 18. Área de Influencia Indirecta Estación de Transferencia	60
Figura 19. Área de intervención Contrato IDU 1630/2020.....	62
Figura 20. Representación esquemática de los movimientos en una intersección	64
Figura 21. Codificación movimientos peatonales	65
Figura 22. Puntos de toma de información primaria.....	67
Figura 23. Giros vehiculares aforados estación E33 (izquierda) y M3 (derecha)	67
Figura 24. Giros vehiculares aforados estación E31 (izquierda) y E34 (derecha)	68
Figura 25. Giros vehiculares aforados estación M4.....	68
Figura 26. Giros peatonales aforados estación M3 (izquierda) y M4 (derecha)	68
Figura 27. Giros peatonales aforados estación E31 (izquierda) y E33 (derecha)	69
Figura 28. Giros peatonales aforados estación E34	69
Figura 29. Ejemplo del formato para la captura de información vehicular.....	70

Figura 30. Ejemplo del esquema tipo del formato de aforo peatonal.....	71
Figura 31. Código de identificación del Inventario de infraestructura vial.....	79
Figura 32. Identificación de sectores de andenes en mal estado y con discontinuidades	80
Figura 33. Caracterización de movimientos peatonales y ciclistas en la estación maestra M3	82
Figura 34. Demanda de Flujos de Peadonales horaria para la estación M3, día típico.....	83
Figura 35. Demanda de Flujos No Motorizados horaria para la estación M3, día atípico.....	84
Figura 36. Caracterización de movimientos peatonales y ciclistas en la estación maestra M4.	85
Figura 37. Demanda de Flujos No Motorizados horaria para la estación M4, día típico.....	85
Figura 38. Demanda de Flujos No Motorizados horaria para la estación M4, día atípico.....	86
Figura 39. Caracterización de movimientos peatonales y ciclistas en la estación específica E31....	86
Figura 40. Demanda de Flujos No Motorizados horaria para la estación E31, día típico.....	87
Figura 41. Demanda de Flujos No Motorizados horaria para la estación E31, día atípico	87
Figura 42. Caracterización de movimientos peatonales y ciclistas en la estación específica E33....	88
Figura 43. Demanda de Flujos No Motorizados horaria para la estación E33, día típico.....	88
Figura 44. Demanda de Flujos No Motorizados horaria para la estación E33, día atípico	89
Figura 45. Caracterización de movimientos peatonales y ciclistas en la estación maestra E34	89
Figura 46. Demanda de Flujos No Motorizados horaria para la estación E34, día típico.....	90
Figura 47. Demanda de Flujos No Motorizados horaria para la estación E34, día atípico	91
Figura 48. Localización estaciones de aforo Plan de Monitoreo SDM.....	92
Figura 49. Comparación aforos peatonales sector Altamira	93
Figura 50. Aforos peatonales sector Altamira ajustados por Efecto COVID-19	93
Figura 51. Mapa de calor de hurtos a personas de San Cristóbal, enero - abril 2021.	96
Figura 52. Oferta de transporte público alrededor la Estación de Retorno	98
Figura 53. Estado de la infraestructura de espera en paraderos de transporte público.....	101
Figura 54. Inventario vial de regulación alrededor de la Estación de Retorno	103
Figura 55. Número de siniestros viales por mes	104
Figura 56. Número de siniestros por día de la semana.....	105
Figura 57. Clase de siniestro	105
Figura 58. Clase de siniestro y actor vial	106
Figura 59. Actor vial involucrado en siniestros viales estación de retorno.....	107
Figura 60. Tipo de siniestros viales en el AII	108
Figura 61. Flujos motorizados en la estación M3 para día típico (izq) y atípico (der).	109

Figura 62. Flujos motorizados en la estación M4 para día típico (izq) y atípico (der).	110
Figura 63. Flujos motorizados en la estación E31 para día típico (izq) y atípico (der).	110
Figura 64. Flujos motorizados en la estación E34 para día típico (izq) y atípico (der).	110
Figura 65. Distribución horaria de flujos motorizados estación M3, día típico.	111
Figura 66. Distribución de la demanda de flujos motorizados estación M3, día atípico.	112
Figura 67. Distribución de la demanda de flujos motorizados estación M4, día típico.	113
Figura 68. Distribución de la demanda de flujos motorizados estación M4, día atípico.	114
Figura 69. Distribución de la demanda de flujos motorizados estación E31, día típico.	115
Figura 70. Distribución de la demanda de flujos motorizados estación E31, día atípico.	116
Figura 71. Comparación y ajuste por Efecto COVID distribución horaria autos – M3.	118
Figura 72. Curva horaria autos estación M3 sin efecto COVID-19.	119
Figura 73. Comparación y ajuste por Efecto COVID distribución horaria buses – M3.	119
Figura 74. Curva horaria buses estación M3 sin efecto COVID-19.	120
Figura 75. Comparación y ajuste por Efecto COVID distribución horaria camiones – M3.	120
Figura 76. Comparación y ajuste por Efecto COVID distribución horaria motos – M3.	121
Figura 77. Comparación y ajuste por Efecto COVID distribución horaria motos – M3.	122
Figura 78. Distribución horaria por modo sector Altamira (sin efecto COVID).	122
Figura 79. Comparación partición modal aforos 2021 vs aforos Plan de Monitoreo 2021.	123
Figura 80. Factor de desafectación COVID total estación M3.	124
Figura 81. Factor de desafectación COVID total estación M4.	124
Figura 82. Factor de desafectación COVID total estación E31.	125
Figura 83. Factor de desafectación COVID total estación E33.	125
Figura 84. Factor de desafectación COVID total estación E34.	126
Figura 85. Factor de desafectación COVID total Sector Altamira.	126
Figura 86. Horas de máxima demanda zona de influencia directa día típico.	127
Figura 87. Hora de máxima demanda zona de influencia directa día atípico.	128
Figura 88. Registros siniestralidad en el área de influencia directa e indirecta.	130
Figura 89. Distribución de accidentes de tránsito según año de ocurrencia.	131
Figura 90. Composición de accidentes según gravedad.	132
Figura 91. Accidentes por tipo o clase según su año de ocurrencia.	132
Figura 92. Número de siniestros equivalente por año.	133
Figura 93. Puntos críticos en la zona de estudio.	134

Figura 94. Ubicación de puntos de mayor frecuencia de siniestro con equipamientos.....	135
Figura 95. Puntos críticos de accidentalidad Densidad Kernel	136
Figura 96. Representación de la situación actual en el modelo de microsimulación	137
Figura 97. Red de microsimulación sector Altamira.....	139
Figura 98. Modelo 3d sector Altamira	139
Figura 99. Configuración del comportamiento de conductores por tipología vehicular	140
Figura 100. Inventario de pendientes Sector Altamira.....	141
Figura 101. Selección de archivos para la asignación dinámica en VISSIM.....	142
Figura 102. Asignación de rutas de transporte público.....	143
Figura 103. Asignación vehicular resultante AII	143
Figura 104. Tramos de evaluación GEH por periodo pico (vehículos livianos).....	145
Figura 105. Tramos de evaluación GEH por periodo pico (camiones).....	146
Figura 106. Tramos de evaluación GEH por periodo pico (transporte público).....	146
Figura 107. Tramos de evaluación GEH por periodo pico (motos).....	146
Figura 108. Tramos de evaluación GEH por periodo pico (bicicletas).....	147
Figura 109. Tramos viales considerados para análisis de velocidades.....	157
Figura 110. Velocidades promedio zona de análisis y tiempos de recorrido pico AM.....	158
Figura 111. Velocidades promedio zona de análisis y tiempos de recorrido pico PM	159
Figura 112. Velocidades promedio zona de análisis y tiempos de recorrido pico FS.....	160
Figura 113. Intersecciones analizadas para calibración	161
Figura 114. Densidades vehiculares.....	165
Figura 115. Volumen vehicular vs. velocidades	165
Figura 116. Representación de la oferta actual para modos no motorizados	166
Figura 117. Detalle de la representación de la oferta peatonal en intersecciones aforadas.....	167
Figura 118. Asignación peatonal escenario base pico PM.....	168
Figura 119. NDS zonas de espera	169
Figura 120. NDS resultante para andenes escenario base	171
Figura 121. Proyecciones población Localidad San Cristóbal.....	175
Figura 122. Tasa histórica de crecimiento PIB nacional.....	183
Figura 123. Evolución trimestral de la tasa de crecimiento del PIB para 2020 y 2021	184
Figura 124. Variación proyectada del PIB Nacional Ministerio de Hacienda	185
Figura 125. Pronóstico tasa de crecimiento PIB a partir de diferentes fuentes.....	185

Figura 126. Tasa anual de crecimiento pronóstico viajes en auto.....	186
Figura 127. Tasa anual de crecimiento pronóstico viajes en moto.	186
Figura 128. Tasa anual de crecimiento pronóstico camiones.....	187
Figura 129. Tasa anual de crecimiento pronóstico viajes transporte público	187
Figura 130. Tasa anual de crecimiento pronóstico viajes en bicicleta	188
Figura 131. Tasa anual de crecimiento pronóstico viajes a pie.....	188
Figura 132. Numeración de nodos para balanceo peatonal estación de transferencia	191
Figura 133. Balanceo peatonal resultante año 2025 vs año 2045	192
Figura 134. Presentación 3d peatones llegando a la estación	192
Figura 135. Líneas de deseo matriz vehicular – Año 2021	193
Figura 136. Líneas de deseo matriz peatonal – Año 2021	193
Figura 137. Líneas de deseo matriz peatonal – Año 2045	194
Figura 138. Intersecciones analizadas para comparación de escenario.....	195
Figura 139. Densidad vehicular por escenario 2021 (izq) y 2045 (der) pico PM	198
Figura 140. Velocidad vehicular por escenario 2021 (izq) y 2045 (der) pico PM.....	198
Figura 141. Relación Volumen – Densidad por escenario 2021 (izq) y 2045 (der) pico PM.....	199
Figura 142. Asignación peatonal con proyecto sin intervenciones (2021-izq y 2045-der).....	200
Figura 143. NDS zonas espera peatonal con proyecto sin intervenciones (2021-izq y 2045-der)..	200
Figura 144. NDS en andenes con proyecto sin intervenciones (2021-izq y 2045-der).....	201
Figura 145. Puntos críticos de accidentalidad Densidad Kernel.....	204
Figura 146. Localización proyecto Avenida Circunvalar de Oriente.....	205
Figura 147. Sección Transversal propuesta Avenida Circunvalar de Oriente.....	206
Figura 148. Intersección semaforizada propuesta sector calle 42a Sur.....	207
Figura 149. Intersección semaforizada propuesta sector Carrera 10ª Este.....	207
Figura 150. Flujos peatonales año 2021.....	208
Figura 151. Flujos peatonales año 2025.....	209
Figura 152. NDS andenes Estación Altamira - Año 2021	210
Figura 153. NDS andenes Estación Altamira - Año 2025	211
Figura 154. Demanda potencial año cero.....	212
Figura 155. Sección vial transversal actual Carrera 12a Este	212
Figura 156. Sección vial transversal actual Carrera 12b Este	213
Figura 157. Par vial propuesto alrededor de la estación año cero.....	213

Figura 158. Área de intervención – Estación Altamira.....	214
Figura 159. Planta Calle 42b Sur entre Carreras 12a y 12b Este	215
Figura 160. Perfil longitudinal Calle 42b Sur entre Carreras 12a y 12b Este	215
Figura 161. Sección transversal Calle 42b Sur entre Carreras 12a y 12b Este	216
Figura 162. Estado actual andén opuesto Calle 42b Sur entre Carreras 12a y 12b Este	217
Figura 163. Planta Calle 43a Sur entre Carreras 12a y 12b Este.....	217
Figura 164. Perfil longitudinal Calle 43a Sur entre Carreras 12a y 12b Este	218
Figura 165. Sección transversal Calle 43a Sur entre Carreras 12a y 12b Este.....	218
Figura 166. Planta Carrera 12a Este entre Calles 42b y 43a Sur - UF 1	219
Figura 167. Perfil longitudinal Carrera 12a Este entre Calles 42b y 43a Sur - UF 1	219
Figura 168. Sección transversal Carrera 12a Este entre Calles 42b y 43a Sur - UF 1	219
Figura 169. Planta Carrera 12b Este entre Calles 42b y 43a Sur - UF 1	220
Figura 170. Perfil longitudinal Carrera 12b Este entre Calles 42b y 43a Sur - UF 1.....	220
Figura 171. Sección transversal Carrera 12b Este entre Calles 42b y 43a Sur - UF 1	221
Figura 172. Nodo logístico de Altamira – Costado oriental Estación de retorno	221
Figura 173. Esquema señalización planteada corredor Carrera 12a Este.....	222
Figura 174. Esquema señalización planteada corredor Carrera 12b Este	223
Figura 175. Señalización intersecciones alrededor de la estación sobre la Calle 43a Sur	223
Figura 176. Señalización intersecciones alrededor de la estación sobre la Calle 42b Sur	224
Figura 177. Sobre recorridos circulación norte – sur y viceversa año cero.	225
Figura 178. Paraderos alrededor de la estación de retorno	226
Figura 179. Área de construcción y de rehabilitación de andenes – Estación Altamira	229
Figura 180. Resultados asignación peatonal año 2025	236
Figura 181. Localización cicloparqueaderos Estación de Retorno	239
Figura 182. Estacionamiento para bicicletas vertical en el sistema Transmilenio de Bogotá.....	240

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Distribución porcentual de demanda captada Estación de Retorno	27
Tabla 2. Documentos antecedentes Proyecto Cable San Cristóbal	34
Tabla 3. Marco de referencia del proyecto.....	35
Tabla 4. Normatividad y Legislación relacionada	36
Tabla 5. Manuales y normas técnicas	37
Tabla 6. Información caracterización componente de tránsito, movilidad y socioeconómico	38
Tabla 7. Información operación Transmilenio.....	39
Tabla 8. Proyectos de infraestructura alrededor de la Estación de Retorno	40
Tabla 9. Resumen de variables para definir el AII del proyecto	54
Tabla 10. Tasas de captación viajes intrazonales	59
Tabla 11. Tasa de captación viajes interzonales	59
Tabla 12. Fechas y periodos de toma de información.....	66
Tabla 13. Anchos efectivos andenes	79
Tabla 14. Oferta de rutas de transporte público en el área de análisis	98
Tabla 15. Volúmenes de tráfico mixto en HMD por giro/acceso estación M3, día típico.....	111
Tabla 16. Volúmenes de tráfico mixto en HMD por giro/acceso estación M3, día atípico.	112
Tabla 17. Volúmenes de tráfico mixto en HMD por giro/acceso estación M4, día típico.....	113
Tabla 18. Volúmenes de tráfico mixto en HMD por giro/acceso estación M4, día atípico.	114
Tabla 19. Volúmenes de tráfico mixto en HMD por giro/acceso estación E31, día típico	115
Tabla 20. Volúmenes de tráfico mixto en HMD por giro/acceso estación E31, día atípico	116
Tabla 21. Calibración por movimiento y modo pico AM	148
Tabla 22. Resultados Calibración modelo completo pico AM	150
Tabla 23. Calibración por movimiento y modo pico PM.....	151
Tabla 24. Resultados Calibración modelo completo pico PM	153
Tabla 25. Calibración por movimiento y modo pico FS	154
Tabla 26. Resultados Calibración modelo completo pico FS	156
Tabla 27. Resultados calibración por velocidades y tiempos de viaje pico AM.....	158
Tabla 28. Resultados calibración por velocidades y tiempos de viaje pico PM	159
Tabla 29. Resultados calibración por velocidades y tiempos de viaje pico FS.....	160

Tabla 30. Indicadores de tráfico por intersección pico AM	162
Tabla 31. Indicadores de tráfico por intersección pico PM.....	163
Tabla 32. Indicadores de tráfico por intersección pico FS	164
Tabla 33. Resultados calibración por peatones pico PM	168
Tabla 34. Criterios NDS para andenes y sederos peatonales estimados para Bogotá.....	169
Tabla 35. Criterios NDS para zonas de espera peatonal estimados para Bogotá.....	170
Tabla 36. Anchos efectivos andenes de la Estación de Altamira.....	171
Tabla 37. Viajes por ZAT para diferentes matrices OD	175
Tabla 38. Base de datos utilizada para modelos de regresión.....	176
Tabla 39. Resumen modelo vehículos livianos.....	177
Tabla 40. Análisis de varianza modelo vehículos livianos	177
Tabla 41. Coeficientes del modelo vehículos livianos.....	177
Tabla 42. Resumen modelo transporte público.....	178
Tabla 43. Análisis de varianza modelo transporte público	178
Tabla 44. Coeficientes del modelo transporte público.....	178
Tabla 45. Resumen modelo bicicletas.....	179
Tabla 46. Análisis de varianza modelo bicicletas	179
Tabla 47. Coeficientes del modelo bicicletas.....	179
Tabla 48. Resumen modelo camiones.....	180
Tabla 49. Análisis de varianza modelo camiones	180
Tabla 50. Coeficientes del modelo camiones.....	180
Tabla 51. Resumen modelo motos	181
Tabla 52. Análisis de varianza modelo motos.....	181
Tabla 53. Coeficientes del modelo motos	181
Tabla 54. Resumen modelo viajes A pie.....	182
Tabla 55. Análisis de varianza modelo viajes A pie	182
Tabla 56. Coeficientes del modelo viajes A pie.....	182
Tabla 57. Factores multiplicadores por modo y por periodo crecimiento normal de los viajes.....	189
Tabla 58. Comparación de volúmenes con ET Circunvalar de Oriente.....	189
Tabla 59. Indicadores operacionales escenario actual sin proyecto pico PM	196
Tabla 60. Indicadores operacionales año 2045 con proyecto, sin intervenciones pico PM	197
Tabla 61. NDS intersección y movimiento año 2025 con proyecto e intervenciones - AM.....	230

	ACTUALIZACIÓN, AJUSTES Y COMPLEMENTACIÓN DE LA FACTIBILIDAD Y LOS ESTUDIOS Y DISEÑOS DEL CABLE AÉREO EN SAN CRISTÓBAL, EN BOGOTÁ D.C.	
---	--	---

Tabla 62. NDS intersección y movimiento año 2025 con proyecto e intervenciones - PM.....	233
Tabla 63. NDS andenes de la Estación de Altamira	249

LISTA DE FOTOGRAFÍAS

Fotografía 1. Sector Avenida Carrera 13b Este	48
Fotografía 2. Aglomeración usuarios de transporte público eje vial Avenida Carrera 13b Este	49
Fotografía 3. Parque Público Moralba	49
Fotografía 4. Sector Centro de Atención Prioritaria Altamira	50
Fotografía 5. Diagonal 47 sur eje de salida del Parque Público Nueva Gloria Alta	50
Fotografía 6. Costado opuesto estación de retorno Parque Público Nueva Gloria Alta	50
Fotografía 7. Infraestructura peatonal Carrera 12b Este (izq) y Avenida Carrera 13b Este (der)	75
Fotografía 8. Estado de la infraestructura de paraderos sobre la Avenida Carrera 13b Este	76
Fotografía 9. Estado de la infraestructura peatonal centro de Atención prioritaria Altamira	77
Fotografía 10. Discontinuidades en andenes sector Altamira	77
Fotografía 11. Infraestructura peatonal sobre Carrera 12a Este	78
Fotografía 12. Paradero sector Carrera 12 Este con Calle 43 Sur	100
Fotografía 13. Paraderos de transporte público sobre la Carrera 13b Este	100
Fotografía 14. Paradero con zona de espera en mal estado sobre la Carrera 13b Este	102
Fotografía 15. Estado de señalización en el AII	103
Fotografía 16. Paradero 174A13	227
Fotografía 17. Paradero 467A13	227
Fotografía 18. Paradero 466A13	228
Fotografía 19. Paradero 370A13	228

1 INTRODUCCIÓN

Este documento presenta el Estudio de Tránsito y Transporte (ETT) elaborado por el grupo consultor para la selección de estrategias que garanticen una movilidad segura y confortable de los actores involucrados en la estación de retorno del Cable Aéreo de San Cristóbal ubicada en el barrio Altamira en el sector oriente de la localidad de San Cristóbal en el marco de la FASE 3 de la “ACTUALIZACIÓN, AJUSTES Y COMPLEMENTACIÓN DE LA FACTIBILIDAD Y LOS ESTUDIOS Y DISEÑOS DEL CABLE AÉREO EN SAN CRISTÓBAL, EN BOGOTÁ D.C.” contratados por la Alcaldía Mayor de Bogotá y el Instituto de Desarrollo Urbano (IDU) en el marco del Contrato de Consultoría No. 1630 DE 2020.

El desarrollo metodológico adelantado, partió de los alcances definidos por el IDU en el Anexo Técnico No. 1 del presente contrato de consultoría y en el documento de METODOLOGÍA GENERAL PARA EL COMPONENTE DE TRÁNSITO Y TRANSPORTE presentado por el consultor y que fue aprobado en la FASE 1. Así mismo, el desarrollo de este producto, está basado en el conocimiento previo con el que cuenta el Grupo Consultor de la ciudad de Bogotá y del área de influencia del Proyecto, en los estudios previos que han sido desarrollados para este sistema cable, se recolectó información primaria respecto a la caracterización de demanda y oferta e importante información de tipo secundaria correspondiente a encuestas Origen – Destino realizadas en la ciudad de Bogotá.

El documento se encuentra estructurado en 13 capítulos. El CAPÍTULO 2, presenta la descripción de los objetivos. El CAPÍTULO 3, establece el alcance del estudio, a nivel de diseños definitivos. El CAPÍTULO 4, presenta la información general del Proyecto. El CAPÍTULO 5, define la metodología del estudio, mostrando la interacción entre los componentes de tránsito y movilidad, y cada una de las herramientas de simulación utilizadas en un proceso compuesto por once (11) fases secuencias adelantadas para satisfacer los objetivos del estudio. El CAPÍTULOS 6, presentan la recopilación de información secundaria. El CAPÍTULO 7, señala los criterios que han sido utilizados para delimitar espacialmente la zona de influencia de la Estación de Transferencia. El CAPÍTULO 8, muestra el proceso de recopilación y procesamiento de la información primaria. El CAPÍTULO 9, presenta el diagnóstico de la situación actual de movilidad de esta zona, el cual contempla la caracterización general de los diferentes modos de transporte, motorizados y no motorizados, lo que permitió realizar el análisis físico, operacional y del tránsito para el sector estudiado. Posteriormente, el CAPÍTULO 10, presenta los desarrollos realizados para la representación de la situación actual, sin proyecto, a través de la construcción y calibración de modelos de microsimulación, tomando como base el año 2021, representativo de las condiciones más críticas de operación del tránsito de la zona, los cuales se convirtieron en la herramienta base para la evaluación de las soluciones de tránsito que se analizaron más adelante. El CAPÍTULO 11, presenta el resultado de las microsimulaciones para representar la situación futura, en la cual se miden los impactos que generará la operación de la Estación de Transferencia. El CAPÍTULO 12, describe el proceso de análisis que se efectuó para la evaluación y selección definitiva, a partir de criterios técnicos relacionados, de las mejores alternativas de tránsito y movilidad que permitirán mitigar los impactos derivados de la implementación del Proyecto dentro de esta zona de su trazado. Finalmente, el CAPÍTULO 13, presenta las conclusiones y recomendaciones más relevantes del presente estudio, relacionadas con el diagnóstico de la situación actual y futura de la operación del área directa circundante a la estación analizada, indicando las soluciones de tránsito y movilidad que deberán ser implementadas para la articulación exitosa de la estación de transferencia y el entorno.

2 OBJETIVOS

A continuación, se presenta el detalle del objetivo general y los objetivos específicos para el presente documento teniendo en cuenta los lineamientos establecidos en los términos de referencia del actual contrato de consultoría y que se presentan en el *Capítulo 3: Tránsito* del Anexo Técnico No. 1

2.1 OBJETIVO GENERAL

Evaluar técnicamente la solución de accesibilidad de usuarios a la estación de retorno del Cable Aéreo San Cristóbal ubicado en el barrio Altamira, teniendo en cuenta la integración modal y la seguridad vial de los usuarios de la infraestructura aledaña a esta.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Se establecen los siguientes objetivos específicos, necesarios para el cumplimiento del objetivo general y que se encuentran enmarcados dentro del desarrollo del Proyecto:

- Caracterizar la información secundaria recopilada en fases anteriores del proyecto de consultoría referente a estudios previos, antecedentes y componentes actuales de tránsito y movilidad de la zona de estudio.
- Desarrollar las etapas y actividades metodológicas para la elaboración del ETT.
- Delimitar la zona de influencia directa e indirecta para la estación de retorno en materia de características de tránsito y movilidad.
- Identificar la oferta de infraestructura de transporte para flujos motorizados y no motorizados en la zona de influencia de la futura estación de retorno.
- Caracterizar la demanda de los flujos motorizados y no motorizados en el área de influencia del proyecto, determinando, a través de un análisis espacial, los sitios de mayor concentración y conflicto.
- Elaborar el diagnóstico de la situación actual en cuanto a movilidad, a partir de información primaria y secundaria, dentro de la zona de influencia del proyecto, incluyendo aspectos de seguridad vial y accesibilidad.
- Construir y calibrar modelos de simulación microscópica a partir de una herramienta de simulación de tránsito y transporte que permita la evaluación de alternativas que faciliten la integración con la movilidad circundante de la estación de retorno en esta zona.
- Definir en caso de ser necesarias las medidas de señalización e infraestructura de transporte para obtener un diseño idóneo y que pueda ser puesto en operación bajo la normatividad vigente y en las condiciones de seguridad vial, accesibilidad y conectividad adecuadas.

 CONSORCIO CS Caly Mayor Colombia S.A.S.  Supering Supervisión e Ingeniería del Proyecto	<i>ACTUALIZACIÓN, AJUSTES Y COMPLEMENTACIÓN DE LA FACTIBILIDAD Y LOS ESTUDIOS Y DISEÑOS DEL CABLE AÉREO EN SAN CRISTÓBAL, EN BOGOTÁ D.C.</i>	
--	---	---

- Evaluar el impacto de las medidas de señalización e infraestructura propuestas, mediante el uso de modelos de simulación microscópica.
- Establecer recomendaciones para la implementación gradual de medidas en la estación de retorno definidas en el ETT.

3 ALCANCE DEL ESTUDIO

De acuerdo con el ANEXO TÉCNICO 1 de los términos de referencia del CONTRATO DE CONSULTORÍA cuyo objeto es realizar la “ACTUALIZACIÓN, AJUSTES Y COMPLEMENTACIÓN DE LA FACTIBILIDAD Y LOS ESTUDIOS Y DISEÑOS DEL CABLE AÉREO EN SAN CRISTÓBAL, EN BOGOTÁ D.C.” y teniendo en cuenta que el proyecto generará demanda peatonal y de ciclistas para ingreso a las estaciones, a continuación, se presentan los alcances definidos para el desarrollo del Estudio de Tránsito y Transporte para la Estación de Retorno en el sector de Altamira del Cable Aéreo San Cristóbal.

El Estudio de Tránsito y Transporte presenta el análisis de los efectos sobre los diferentes flujos motorizados y no motorizados producidos por la construcción y puesta en operación de la estación de retorno en el barrio Altamira al oriente de la Localidad de San Cristóbal. También incluye la formulación de medidas de intervención para la implantación y operación de dicha estación.

Los análisis presentados se basan inicialmente en la revisión de los estudios de prefactibilidad y factibilidad realizados por diferentes entidades entre los años 2009 a 2020. Un segundo insumo utilizado corresponde a los análisis de factibilidad realizados en la FASE 2 de la presente consultoría.

También se utilizó una cantidad considerable e idónea de información secundaria, relacionada con aforos vehiculares y peatonales, caracterización de infraestructura vial, peatonal y de regulación (ejemplo: señalización, semáforos, etc.), normativas y regulaciones vigentes, información de operación de Transmilenio al interior del portal, información de rutas de transporte público, siniestralidad, velocidades, entre otros. Toda esta información fue analizada y combinada junto con la información primaria recopilada por el consultor, con lo cual se identificó los periodos críticos de análisis durante un día típico y un día atípico y fue en dichos periodos donde se realizó el diagnóstico de la situación actual de flujos motorizados y no motorizados. Posteriormente se definió el periodo de mayor relevancia y evaluó (utilizando herramientas de microsimulación) las alternativas de mitigación ante los posibles impactos en la movilidad producidos por la entrada en operación de la estación de retorno y para garantizar la accesibilidad peatonal y de ciclistas.

Como parte del trabajo de diagnóstico y formulación que se presenta en este documento previamente se definió una zona de estudio que permitiera delimitar hasta donde se llevarían a cabo los análisis desde la especialidad de tránsito y transporte. Es así como se establecieron dos zonas: una de influencia directa y otra de influencia indirecta. La zona directa estuvo acotada espacialmente por el área dentro de la cual se debe garantizar la accesibilidad peatonal y de ciclo usuarios a las estaciones asegurando condiciones de capacidad y seguridad vial adecuada, en armonía con la infraestructura existente; dentro de esta zona se evaluaron los cruces de los flujos motorizados y/o no motorizados y las medidas de solución que pueden llegar a implementarse para la articulación en materia de tránsito y movilidad.

La zona indirecta, fue definida como una zona más amplia, más allá de los sectores de acceso a cada estación y sus intersecciones involucradas, considerando la posible afectación por una eventual redistribución de flujos motorizados y de transporte público, así como desvíos que puedan generarse durante el proceso constructivo, la posterior entrada en operación de cada estación, y la integración con el Sistema Integrado de Transporte Público (SITP y alimentadores); dentro de esta área, únicamente se realizó la caracterización y el diagnóstico del tránsito y la movilidad para la situación actual.

Cabe aclarar que la definición de estas zonas difiere con las zonas de análisis y diseño definidas por

otras especialidades que hacen parte de esta consultoría. Las zonas de análisis definidas por esta especialidad aparecen como las zonas más grandes definidas en toda la consultoría y esto se debe principalmente a que los análisis de seguridad y accesibilidad a la estación que se presentan en este estudio no podían quedar circunscritos a una zona que se ubicara solo alrededor de la futura estación, sino que se debía tener en cuenta los puntos o intersecciones de llegada de peatones y bici-usuarios a los sectores por donde accederían a la estación, así como posibles medidas de integración multimodal, y además, analizar como esa concentración de flujos podría provocar eventuales redistribuciones de flujos motorizados, redistribución que dependiendo de la infraestructura vial existente puede extenderse varios metros alrededor de la futura estación, de allí que las zonas definidas sean amplias.

El diseño en detalle de la señalización y cualquier otra medida de mitigación resultante de los análisis realizados en el Estudio de Tránsito y Transporte solo se llevó a cabo en la zona de influencia directa, lo cual va conforme a los alcances definidos en los términos de referencia del Anexo Técnico No. 1 de la presente consultoría. Sin embargo, como se mencionó en el párrafo anterior las medidas o intervenciones identificadas no podían quedar limitadas solo a una manzana o un área pequeña, sino que se debía asegurar trayectos peatonales con accesibilidad adecuada, por lo tanto aquellas intervenciones que se identificaron dentro de la zona de influencia indirecta pero fuera de la zona directa en el presente estudio de Tránsito y Transporte fueron dejadas a modo de recomendación dentro del estudio para que las entidades distritales las tomen en consideración y analicen su eventual diseño en procesos futuros.

Las medidas planteadas en el presente estudio y las recomendaciones identificadas se proyectaron con una vida útil de 20 años, siendo el 2025 el año base de entrada en operación del sistema cable Aéreo San Cristóbal. Por lo tanto, lo que se busca con las recomendaciones dadas en este informe es asegurar una zona que sea totalmente accesible y segura y que la implantación y operación de la Estación de Retorno se conjugue de forma adecuada con la infraestructura no motorizada y motorizada existente, infraestructura que en la actualidad no ofrece adecuadas condiciones de accesibilidad y conectividad, por lo tanto uno de los principales hallazgos del presente estudio es la identificación de la necesidad de adecuar y ampliar la infraestructura no motorizada que soporte los flujos que serán atraídos por la estación de retorno.

4 INFORMACIÓN DEL PROYECTO

El Estudio de Tránsito y Transporte para la Estación de Retorno del Cable Aéreo San Cristóbal – CSC, presentado en este documento, corresponde al segundo de tres estudios de tránsito que se entregarán en esta consultoría y cuya elaboración se hizo con el fin de poder determinar las soluciones en esta materia que mejor satisfagan las necesidades de la implantación y posterior operación de la estación dentro del área de influencia definida y en su interacción con las demás estaciones del sistema cable.

Dentro del Plan de Desarrollo 2020-2024 “Un nuevo contrato social y ambiental para la Bogotá del Siglo XXI”, adoptado mediante el acuerdo 761 de 2020, dentro del Propósito 4: Hacer de Bogotá región un modelo de movilidad multimodal, incluyente y sostenible se establece como programa estratégico avanzar en la construcción del cable aéreo de San Cristóbal y la estructuración de otros dos. Por lo tanto, para cumplir con dicho propósito se plantea la elaboración de estudios para la construcción de infraestructura de cable, con el fin de optimizar la red local en busca de la accesibilidad y conectividad, dinamizando la movilización, que permitan construir la ciudad planeada y consolidar el modelo de ciudad establecido por el Plan de Ordenamiento Territorial.

Dicho lo anterior, el sistema de transporte por cable aéreo propuesto está ubicado en el barrio Altamira de la localidad de San Cristóbal hacia el sur de Bogotá. Esta localidad de San Cristóbal limita al norte con la Calle 1 Sur, localidad de Santa Fe; por el sur se extiende hasta la Calle 73 Sur, limitando con la localidad de Usme; hacia el occidente hasta la Carrera 10 y limita con la localidad Rafael Uribe Uribe y Antonio Nariño; por el oriente limita con los Cerros Orientales y los municipios de Ubaque y Choachí.

La localidad se caracteriza por su diversidad constructiva, su versatilidad de usos, consolidación urbana y una variedad de tipologías de arquitectura residencial e institucional. Cabe destacar que esta localidad tiene un gran potencial de desarrollo y de centralidad por el acopio de infraestructura a escala urbana, como la Iglesia del Divino Niño, el Hospital de La Victoria, y varios colegios como el Colegio Florentino González, Colegio salesiano Juan del Rizo, Colegio La Victoria, entre otros.

A partir de la información de la EODH de 2019, se obtiene que el principal motivo de los viajes es el de volver a casa con 37% de participación, seguido del motivo trabajo con el 20%, y estudio con el 14%. Los demás motivos de viajes son poco representativos. Además, el principal motivo de los viajes atraídos es volver a casa con un 56% de participación respecto al total. Por otro lado, el modo principal en el que se realizan los viajes generados en la localidad de San Cristóbal es caminata y en segundo lugar el transporte público, con Transmilenio y SITP Zonal. El modo principal en el que se realizan los viajes atraídos en la localidad de San Cristóbal es caminata con 44 % y en segundo lugar los modos de transporte público, Transmilenio y SITP Zonal con cerca del 12% de participación en ambos casos. De acuerdo al anterior análisis, se observa que el modo predominante de los viajes generados y atraídos en la localidad de San Cristóbal es la caminata, con un porcentaje de participación del 45%. Sin embargo, al sumar los viajes realizados en transporte público (Transmilenio, SITP zonal, SITP provisional, Alimentados y taxi), representan cerca del 40% de los viajes totales.

A partir de los resultados de la fase de Factibilidad de la presente consultoría, se estableció que el CSC tendrá tres estaciones en su recorrido. Inicia en el interior del Portal 20 de Julio con la estación de transferencia que permitirá la conexión con el sistema Transmilenio, y continúa en sentido sur

oriental hacia las laderas de los Cerros del Sur, específicamente los sectores La Victoria para la localización de la estación intermedia y desde este punto se gira levemente hacia el costado oriental hasta el barrio Altamira punto donde se ubicará la estación retorno.

Figura 1. Localización general del Cable Aéreo San Cristóbal



Fuente: Elaboración propia (2022)

El trazado del corredor aéreo del CSC, cruza las unidades de planeamiento zonal 34 Veinte de Julio, 32 San Blas y 50 La Gloria, todas pertenecientes a la localidad No 4 San Cristóbal, dentro de las cuales se encuentran barrios de diversa índole desde lo social y urbano, donde se pueden observar sectores de estrato cuatro, en el barrio 20 de Julio, estratos tres y dos, en los barrios aledaños a la Victoria y estrato uno en el área de influencia de Altamira y el sector de Moralba. La topografía es variable, se encuentra desde áreas completamente planas (cercanías del Portal 20 de Julio) hasta pendientes entre 15% y 20% en el sector de Altamira. En la Figura 1 se muestra el detalle del trazado del proyecto.

Además, corresponde a un sistema de góndola monocable desenganchable, con una longitud total de

2.937 mts y un desnivel total de 258,05 mts y una velocidad promedio de operación de 6 mts/seg donde la transferencia entre estaciones se puede hacer sin necesidad de transbordo. El tramo 1 entre el portal 20 de Julio y La Victoria tiene una longitud de 1.711 mts y un desnivel de 122,8 mts con un total de 83 cabinas y el tramo 2 entre La Victoria y la estación de retorno en Altamira tiene una longitud de 1.226 mts y un desnivel de 140,2 mts con 65 cabinas, en esta última estación además se encontrará el parking de cabinas. El sistema consta de 22 pilonas, de las cuales 12 están en el tramo 1 y las 10 pilonas restantes se encuentran en el tramo 2.

4.1 ESTACIÓN DE RETORNO - ALTAMIRA

La estación de retorno está ubicada en el barrio Altamira, sobre una manzana inscrita entre la Calles 43 A Sur y Calle 43 sur, y las Carreras 12B y 12A Este (ver Figura 2). La topografía predominante permite determinar que la pendiente del área de implantación se aproxime al 16%. La estación se encuentra ubicada en la Unidad de Planeación Zonal –UPZ 50 correspondiente a La Gloria llegando a beneficiar de forma directa e indirecta a una población 96.020 habitantes que residen en esta zona de acuerdo con las proyecciones de la Secretaría de Planeación de Bogotá (SDP, 2018) abarcando los barrios Altamira, Altos del Poblado, Altos del Zuque, La Gloria occidental, La Gloria Oriental, La Victoria, Las Guacamayas I, Las Guacamayas II, Las Guacamayas III, Las Guacamayas IV, Moralba, Puente Colorado, Quindío, San José sur oriental y San Martin Sur. Además, limita al oriente con el eje vial de la Avenida Carrera 13b Este el cual se proyecta ampliar a una vía de doble calzada para convertirse en la Avenida Circunvalar de Oriente desde la salida al Llano hasta la Avenida Villavicencio.

La estación retorno, habilita como su nombre lo indica, el regreso de las cabinas en el final del recorrido del sistema, e integra diversas actividades operativas, funcionales, técnicas, administrativas y disponibles, incluyendo en sus instalaciones el sitio de estacionamiento de cabinas. A partir de la configuración arquitectónica se tendrá una edificación de dos volúmenes conformados por dos niveles principales y un mezzanine inferior, articulados por un espacio central con puntos fijos (escaleras) y circulaciones horizontales que relacionan todos los espacios. El primer volumen alberga el sistema electromecánico principal que se ubica al sur del emplazamiento y da cabida al canal de cabinas, y dispuestos a su lado, los ambientes de apoyo del sistema, plataformas de ascenso y descenso, y circulaciones verticales que comunican con los distintos niveles de la edificación. El segundo volumen, ubicado al norte, corresponde al parqueadero de cabinas (ver Figura 3).

El acceso peatonal desde el exterior, se hará por la Carrera 12b Este entre la Calle 43a Sur y 43 Sur. Dicho acceso, se encuentra a nivel de andén con acceso directo desde la calle. La edificación cuenta con los siguientes ambientes: acceso peatonal, taquillas, punto de atención al usuario (PAU), primeros auxilios, policía, baños, telecomunicaciones y fibra óptica, y subestación eléctrica, además del primer nivel de parqueo. El nivel inferior, cuenta con parqueadero de cabinas, áreas de lavado, almacenes, áreas de taller, elevadores de cabinas y disponible, a los que se habilita acceso vehicular compartido.

En términos generales se tiene que el diseño arquitectónico previsto para la estación plantea como elementos arquitectónicos para la edificación los siguientes: sistema estructural en concreto y estructura metálica; muros pantalla en concreto a la vista desde su base; envolventes con fachadas flotantes en vidrio, alucobond y cortasoles en aluminio. Al interior se encuentran pisos en baldosa de granito; cortasoles; persianas en aluminio; muros en bloque de concreto y cielos rasos en Dry-wall.

Estos elementos y la volumetría general del proyecto, configuran las características estéticas y plásticas de la edificación (ver Figura 4).

Figura 2. Localización Estación de Retorno



Fuente: Elaboración propia a partir de Google Maps (2022)

La estación es una edificación con forma rectangular, soportada sobre columnas, conformada por dos niveles principales y disponibilidad para mezanine con un área proyectada de ocupación en el primer piso de 900 m² y con un área de construcción estimada en 2.700 m² bajo cubierta. El nivel inferior (nivel de parqueadero), presenta circulaciones verticales (escaleras) y horizontales, oficinas de Transmilenio S.A., áreas disponibles para áreas técnicas, cuartos de bombas y tanques de agua que ocupan el espacio del nivel de parqueaderos. El nivel superior presenta las plataformas de ascenso y descenso de pasajeros y las áreas técnicas y de apoyo necesarias para la operación.

Figura 3. Implantación de Estación de Retorno Altamira



Fuente: Elaboración propia a partir de Anteproyecto Arquitectónico (2022)

Figura 4. Perspectivas estación de Retorno



Fuente: Anteproyecto Arquitectónico (2022)

4.2 DEMANDA POTENCIAL DE LA ESTACIÓN DE TRANSFERENCIA

La estimación de la demanda potencial para todo el CSC correspondió a la determinación del número de viajes atraídos y generados por cada una de las estaciones del sistema mediante una revisión de la situación actual y las proyecciones futuras de viajes en la zona de influencia directa de cada una de las estaciones. En este análisis de demanda se usó como fuente principal de información los datos de la Encuesta Origen-Destino de Hogares 2019 (EODH).

La metodología definió inicialmente una zona de influencia asociada a una distancia de caminata de 500 metros alrededor de cada estación, teniendo en cuenta en dicho cálculo la red de infraestructura vial de la localidad de San Cristóbal y la pendiente de cada tramo vial. Posteriormente, se identificaron la proporción de área de las ZAT que estaban dentro de cada área de influencia y se estimaron los viajes que se generan o atraen por cada área de influencia alrededor de las futuras estaciones del Proyecto.

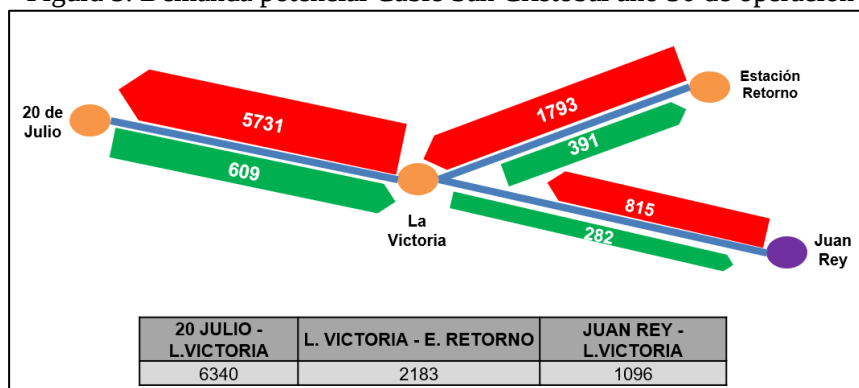
Sin embargo, se identificaron limitaciones de tipo orográfico e hidrográfico que hacían imposible la conexión de trayectos peatonales dentro de un mismo ZAT. Por lo tanto, las zonas que se usaron para la estimación de la demanda en algunos casos fueron ampliadas a más de 500 mts alrededor de cada estación debido a las limitaciones mencionadas anteriormente y a la inclusión de una estrategia basada en la posibilidad de implementar sistemas de alimentación adicionales, formales y no formales, que contribuirán a aumentar el número de pasajeros potenciales que podrán acceder al Sistema. Posteriormente, se seleccionaron para el análisis los viajes que tenían el potencial de convertirse en

viajes generados y atraídos por el sistema cable. En dicha selección se tomó en cuenta la información de los pares OD que se producen entre cada par de estaciones, y entre estas y las ZAT fuera de la zona de influencia de cada estación.

Cabe aclarar que en el análisis de demanda realizado se tuvo en cuenta la posibilidad de un ramal hacia el sector de Juan Rey el cual también hace parte del alcance de la presente consultoría, pero corresponde a un análisis solo a nivel de factibilidad y no de diseños definitivos como si lo es todo el trazado del tronco principal. Se incluye además porque representa la situación más crítica de operación del sistema. La demanda potencial obtenida para el sistema en el año 30 de operación incluyendo el ramal a Juan Rey se muestra en la Figura 5.

Dado que el año previsto para la entrada en operación del Cable de San Cristóbal es en el 2025, fue necesario realizar una proyección de la actualización de la demanda. Para determinar la tasa anual de proyección se revisaron los viajes en transporte público en cada una de las encuestas de movilidad de Bogotá existentes (2005, 2011, 2015 y 2019) para cada una de las ZAT que se encontraban en la zona de influencia de las estaciones. La tasa anual promedio de variación obtenida a partir de los datos revisados de cada encuesta de hogares fue de **1.22%**. Por lo tanto, la proyección fue calculada con esta tasa de crecimiento anual.

Figura 5. Demanda potencial Cable San Cristóbal año 30 de operación



Fuente: Elaboración propia (2022)

Al centrarnos en la Estación de Retorno se observa que en el periodo pico más crítico en el año 30 de operación estarán llegando alrededor de 2.183 usuarios de los cuales el 82% vendrán desde los sectores externos de la estación y el 18% vendrán de la estación intermedia y del futuro ramal a Juan Rey, dicho comportamiento es típico del periodo pico de la mañana y se invierte en el periodo pico de la tarde. Este número de usuarios llegando a la estación desde el exterior deja entrever que la infraestructura peatonal existente en la zona se verá cargada con un gran volumen de peatones que en la actualidad no circulan por la zona y que eventualmente las condiciones físicas actuales no serán suficientes para soportar la gran cantidad de peatones.

Dentro de los análisis de demanda realizados por la actual consultoría en la FASE 1 del proyecto se pudo estimar que los viajes que serán inducidos por el CSC a la estación de retorno son bastante significativos, a diferencia de lo que ocurrirá en la estación de transferencia donde el impacto es mínimo. El sistema CSC funcionará como un servicio alimentador al Portal 20 de Julio, con lo cual

muchos de los usuarios que llegarán a la estación de retorno corresponden a los usuarios que en la actualidad toman las rutas alimentadoras de la zona y algunos de los servicios del SITP. Se estimó que de los cerca de 1.800 usuarios que llegarían a la estación en el año 30 de operación en el pico de mañana para acceder a la estación y usar el cable, el 68% corresponde a usuarios de transporte público (dicho 68% corresponde al 100% que en la actualidad usa servicios alimentadores y SITP para llegar al Portal 20 de Julio). El 30% restante corresponde a la demanda captada en esta estación la cual se distribuye de la siguiente forma:

Tabla 1. Distribución porcentual de demanda captada Estación de Retorno

	SITP	INFORMAL	A PIE	PRIVADO	TP INDIVIDUAL (TAXI)
Generación	54%	4%	20%	8%	14%
Atracción	44%	9%	16%	7%	24%

Fuente: Elaboración propia a partir de análisis de demanda hecho en Fase 2 de la actual consultoría (2022)

Se estima una captación de otros usuarios de transporte público que corresponde a usuarios que en la actualidad no van de forma directa al Portal pero que ante la puesta en operación de la estación de retorno este les parecerá más atractivo para realizar su viaje. Por lo tanto para que dichas estimaciones de captación en viajes de transporte público se den, resulta fundamental que Transmilenio establezca estrategias para captar aquellos usuarios que no pueden acceder a las estaciones del cable caminando ya sea porque se encuentran muy lejos o debido a las altas pendientes de la zona y por lo tanto prefieren ir a un paradero a esperar un bus y no caminar hasta la estación, parte de las estrategias consistiría en que para aquellas zonas más alejadas de la estación las rutas de transporte público existentes y que normalmente se usan, se conviertan en alimentadores de la estación de retorno, tal como se detalla en el ANEXO 11.

También se estima una captación de otros modos, siendo el más representativo el modo a pie, ya que como se mencionó en secciones anteriores y como lo muestra la EODH-2019 un porcentaje considerable de viajes generados y atraídos en la localidad se hacen a pie. La captación de viajes en transporte privado e informal es relativamente baja si se compara con la captación de viajes a pie, sin embargo, son valores que pueden considerarse aceptables, si se tiene en cuenta que los viajes en transporte informal y en transporte privado en la zona son relativamente bajos, tal como se muestra en la EODH-2019.

El 2% faltante corresponde a aquellos usuarios ocasionales que llegan al sistema por motivos de turismo. Para estimar dichos valores se utilizó información de referencia del sistema Transmicable de Ciudad Bolívar donde se ha estimado que del total de viajes mensuales el 0.6% son excursionistas, 0.8% son turistas internacionales y 1.7% turistas nacionales, el porcentaje restante (96.9%) son habitantes del sector¹

¹ Observatorio de Turismo - Transmicable 2019. Medición Transmicable mayo-junio de 2019

5 METODOLOGÍA DEL ESTUDIO DE TRÁNSITO

Durante la FASE 2: Factibilidad se hizo la selección de la alternativa de trazado más conveniente desde el punto de vista técnico. Una vez establecido el trazado definitivo se determinó la metodología más adecuada para la elaboración del Estudio de Tránsito y Transporte de cada una de las estaciones que harían parte del CSC. Dicha metodología se muestra a continuación:

Figura 6. Metodología Estudio de Tránsito y Transporte Estación de Retorno



Fuente: Elaboración propia (2022)

A continuación, se especifica el alcance y las principales actividades que se llevaron a cabo para el desarrollo de cada una de las ocho (8) fases presentadas anteriormente. En los siguientes capítulos, se presentan mayores detalles del desarrollo metodológico adelantado en cada una.

➤ *Recopilación de información secundaria*

El presente Estudio de Tránsito y Transporte partió, en primera instancia, de la recopilación de una robusta y amplia base de datos y de información secundaria relacionada con el Proyecto, así como de todo el marco normativo y de antecedentes que lo involucran.

Con este fin, se consultaron diferentes fuentes, públicas y privadas, de información relacionada, en términos de tránsito y transporte, tales como los diferentes contratos interadministrativos suscritos por la Secretaría Distrital de Movilidad para adelantar estudios de factibilidad, el Plan de Ordenamiento Territorial y el Plan de Desarrollo de la ciudad de Bogotá, la Encuesta Origen – destino de Hogares de Bogotá del año 2019, aforos vehiculares y peatonales de las estaciones del Plan de

	ACTUALIZACIÓN, AJUSTES Y COMPLEMENTACIÓN DE LA FACTIBILIDAD Y LOS ESTUDIOS Y DISEÑOS DEL CABLE AÉREO EN SAN CRISTÓBAL, EN BOGOTÁ D.C.	
---	--	---

Monitoreo de la Secretaría Distrital de Movilidad y demás estudios técnicos relacionados con el Proyecto.

El barrido de la información permitió establecer un sector de análisis en la localidad de San Cristóbal en cuanto a movilidad, conectividad y seguridad vial y, a partir de este análisis, se establecieron los puntos prioritarios en los cuales se recolectó información de campo para detallar y complementar el sector de estudio.

➤ *Definición de la zona de influencia*

En segunda instancia, una vez recopilada, contrastada y depurada la información secundaria necesaria para el desarrollo del estudio y además realizada una visita de reconocimiento de los sectores donde se ubicarán las estaciones del sistema cable por parte del Grupo de Especialistas de la Consultoría, se procedió a definir la zona de influencia del Proyecto Cable Aéreo San Cristóbal para cada estación, con el fin de precisar el área objeto de análisis y de microsimulación, dentro de la cual se realizó la medición del desempeño de la infraestructura vial, en la situación sin y con proyecto, y se procedieron a evaluar diferentes alternativas de solución de los conflictos que pudiera generar la implantación y puesta en operación de cada estación, tanto para flujos motorizados como no motorizados, con prelación de estos últimos, de conformidad con lo exigido por los términos de referencia del contrato y las políticas de seguridad vial del distrito.

Para esto, se definieron dos tipos de áreas de análisis: i) el área de influencia directa (AID) y ii) el área de influencia indirecta (AII). La primera, estuvo acotada espacialmente por el área dentro de la cual se debe garantizar la accesibilidad peatonal y de ciclo usuarios a las estaciones asegurando condiciones de capacidad y seguridad vial adecuada, en armonía con la infraestructura existente; dentro de esta zona se evaluaron los cruces de los flujos motorizados y/o no motorizados y las medidas de solución que pueden llegar a implementarse para su articulación en materia de tránsito y movilidad.

La segunda, fue definida como una zona más amplia, más allá de los sectores de acceso a cada estación y sus intersecciones involucradas, considerando la posible afectación por una eventual redistribución de flujos motorizados y de transporte público, así como desvíos que puedan generarse durante el proceso constructivo y en la posterior entrada en operación de cada estación, y la integración con el Sistema Integrado de Transporte Público (SITP); dentro de esta área, únicamente se realizó la caracterización y el diagnóstico del tránsito y la movilidad para la situación actual.

➤ *Recopilación de información primaria*

En tercera instancia, dentro del área de influencia indirecta, se establecieron puntos claves para la recolección de información primaria como aforos vehiculares y peatonales, velocidades de operación, inventarios de la oferta vial, entre otras inspecciones de campo, que sirvieron de insumo para complementar y/o verificar la información secundaria. Adicionalmente, con esta información se representaron y construyeron las condiciones de tránsito en la infraestructura vial y peatonal dentro del área de análisis de cada estación.

➤ *Caracterización física, operacional y del tránsito*

Posteriormente, a partir del procesamiento de toda la información primaria y secundaria recolectada, se realizó una evaluación integral (diagnóstico) desde el punto de vista de las características físicas, de operación y del tránsito dentro del área de influencia (tanto directa como indirecta), bajo las condiciones actuales, su conectividad con las vías principales, su articulación con el SITP y los servicios troncales (principalmente en el Portal 20 de Julio), las condiciones de la infraestructura

	ACTUALIZACIÓN, AJUSTES Y COMPLEMENTACIÓN DE LA FACTIBILIDAD Y LOS ESTUDIOS Y DISEÑOS DEL CABLE AÉREO EN SAN CRISTÓBAL, EN BOGOTÁ D.C.	
---	--	---

peatonal existente y de los sistemas de regulación (señalización) presentes.

Esta caracterización se enfocó en el análisis de las condiciones actuales de movilidad en la zona de influencia indirecta definida para cada estación, incluyendo aspectos de tipo físico, operacional y de seguridad vial, que tienen una incidencia directa en cada uno de los subsistemas de transporte analizados. Así mismo, se realizó una caracterización detallada para cada uno de los actores involucrados, la accesibilidad, la conectividad y la circulación de todo el sector.

➤ *Representación de la situación actual sin proyecto*

En quinta instancia, para representar la situación actual, sin proyecto, se calibraron modelos de simulación microscópica para el área de influencia de cada estación con base en el diagnóstico de las condiciones actuales de operación y la información primaria y secundaria recopilada para flujos motorizados y no motorizados. Para esto, se utilizaron indicadores operativos como volúmenes vehiculares y velocidades de operación, para cotejar estadísticamente los valores presentados en la realidad versus los modelados, a través de umbrales técnicamente permitidos, de modo tal que se garantizó la adecuada calibración del modelo, representando las condiciones actuales de movilidad en el sector.

El año base para esta calibración correspondió al 2021, por lo cual fue necesario realizar un proceso de desafectación de la información primaria debido al efecto producido por las restricciones a movilidad aún existentes por la pandemia de la COVID-19 y de esta forma poder contar con aforos que mostraran un comportamiento típico de la movilidad en condiciones de normalidad, antes de las afectaciones de los patrones característicos como efecto de la pandemia. Para realizar dicho proceso de desafectación por efecto COVID-19 se utilizó información de aforos vehiculares y peatonales de las estaciones del Plan de Monitoreo con las que cuenta la Secretaría Distrital de Movilidad.

Esta herramienta fue la base para la evaluación de las soluciones de tránsito que se propusieron para la implementación de cada estación en el área de análisis, con prelación de los flujos no motorizados y la seguridad vial del sector, para la zona de influencia determinada.

➤ *Representación de la situación futura con proyecto*

En sexta instancia, posterior a la calibración de modelos de microsimulación que representaron estadísticamente la situación actual de movilidad en la zona, sin implementación del proyecto, se procedió a representar la situación futura con proyecto.

Con este fin, en términos de demanda, se realizó el análisis de la proyección de los viajes motorizados y no motorizados en el área de influencia de acuerdo con los insumos de demanda del proyecto y la calibración de modelos econométricos a partir de variables explicativas del crecimiento del tráfico en la zona.

En términos de oferta, se consideraron las características de la infraestructura vial y peatonal proyectada, tanto para flujos motorizados como no motorizados, así como en las consideraciones técnicas asociadas a las exigencias particulares de funcionalidad del Proyecto.

La proyección, tanto de oferta como de demanda, se realizó para el año 20 de operación, tomando el año cero (0) como el inicio de operación del proyecto, previsto para el año 2025.

➤ *Selección de las soluciones definitivas de tránsito*

Una vez representada la situación futura de la movilidad de la zona, en términos de oferta y demanda, para flujos motorizados y no motorizados, incluyendo la implantación y puesta en operación de cada estación, se procedió, en séptima instancia, a evaluar diferentes alternativas de solución para asegurar la accesibilidad de los usuarios de las estaciones y mitigar los conflictos que podría provocar el proyecto dentro de su zona de influencia directa e indirecta.

Con este propósito, se realizó el análisis de capacidad y niveles de servicio en las intersecciones vehiculares del área directa para la situación actual y los horizontes de planeación de operación, así como en las infraestructuras peatonales (andenes y zonas de espera peatonal en intersecciones vehiculares) , incluyendo para ello el crecimiento normal de la demanda vehicular y peatonal en la zona y las estimaciones de generación / atracción de flujos peatonales y vehiculares hechas para el proyecto. Así mismo, se incluyeron análisis adicionales de accesibilidad, circulación, conectividad, integración, continuidad y demás, con énfasis en la seguridad vial de los flujos no motorizados, de acuerdo con los términos de referencia del contrato y las políticas del distrito.

Es importante resaltar que la selección de las soluciones definitivas no obedeció únicamente al componente de tránsito y movilidad, sino que para ello se adelantó un análisis multidisciplinario y multicriterio, que permitió establecer de manera integral cuáles eran las mejores alternativas de articulación del proyecto con el entorno inmediato considerando los componentes sociales, operacionales, presupuestales, ambientales, técnicos, de seguridad, entre otros.

➤ *Recomendaciones finales*

Finalmente, en última instancia, a partir de los resultados obtenidos en la selección de alternativas de solución de tránsito y movilidad, se realizaron las recomendaciones sobre adecuaciones viales y geométricas necesarias para optimizar el funcionamiento del proyecto y la movilidad en general en el área de influencia identificada, incluyendo recomendaciones sobre la integración física con el subsistema vial peatonal, de transporte público y elementos de ciclo-infraestructura.

De igual manera, se recomendaron los planes de circulación (ordenamientos viales) en el área de influencia de cada estación y las condiciones adecuadas de accesibilidad para los diferentes subsistemas analizados dentro de la zona de influencia.

Estas recomendaciones son fundamentales para el diseño a detalle de la infraestructura vial y peatonal alrededor de cada estación, pero cabe aclarar que las recomendaciones dadas en este documento abarcan una zona más amplia que no solo se limita a la manzana de implantación de cada estación, sino que configuran toda una red de movilidad y transporte que asegure la conectividad y accesibilidad de todos los actores viales.

En los siguientes capítulos, se desarrolla a detalle el proceso metodológico adelantado por el Equipo Consultor para llevar a cabo cada una de las ocho (8) fases presentadas anteriormente para la Estación de Retorno Altamira.

6 RECOPIACIÓN DE INFORMACIÓN SECUNDARIA

La recopilación de la información secundaria fue el primer paso de la metodología general definida por el consultor para la elaboración del Estudio de Tránsito y Transporte y fue la base para el reconocimiento, caracterización y el análisis del tránsito del área de estudio, así como también aportó a la estructuración del marco conceptual, normativo y de antecedentes necesarios para el reconocimiento del proyecto y sus beneficios.

Inicialmente, el Equipo de Especialistas de Tránsito y Transporte, identificó la información secundaria a recopilar para llevar a cabo los alcances de cada una de las fases del Proyecto. Posteriormente se consultó toda la información interinstitucional relacionada con los antecedentes y con los documentos que recopilan los estudios en materia de intervención integral que se han generado para el presente proyecto, para lo cual se realizó la recopilación, revisión, selección, clasificación, análisis y síntesis de la información existente disponible en entidades gubernamentales (Instituto de desarrollo Urbano - IDU, Secretaria de movilidad -SDM, Transmilenio TMSA, Secretaria Distrital de Planeación -SDP, etc.) así como la información actual de la caracterización de los componentes: tránsito, movilidad y datos socioeconómicos del área de estudio del tronco principal del cable, planteado en la factibilidad. De igual manera, alguna información ya era de dominio del Consultor, recolectada recientemente para la realización de otros estudios similares en la ciudad.

La información recolectada fue consolidada, revisada, analizada y sintetizada con el fin de hacer un reconocimiento general del Proyecto, la zona de influencia de cada estación, sus objetivos, alcance, contexto y demás. A partir del entendimiento y comprensión de esta información, se procedió a acotar la zona de análisis tal como se presenta en los siguientes capítulos y poder establecer puntos clave de toma de información primaria.

En la Figura 7 se presenta la zona de recolección de información secundaria definida por el consultor y que considera apta para el adecuado enfoque y desarrollo del componente de Tránsito y Transporte durante las diferentes fases del Proyecto y sus productos asociados.

Además, en las Tabla 2 a Tabla 8 (esta última tabla muestra los proyectos de infraestructura e intervención urbana planteados alrededor de la zona de proyecto de la estación de Retorno) se presenta el detalle de la información recopilada, especificando la fuente, el formato y la descripción del contenido de la misma, discriminada de la siguiente manera:

- Antecedentes del proyecto
- Marco de referencia del proyecto
- Normatividad y legislación relacionada
- Manuales y normas técnicas
- Caracterización componentes de tránsito y movilidad
- Caracterización componentes de transporte y datos socioeconómicos
- Otros proyectos de infraestructura en la zona de proyecto

Figura 7. Zona de recolección de información secundaria



Fuente: Elaboración propia (2022)

Tabla 2.Documentos antecedentes Proyecto Cable San Cristóbal

No	NOMBRE	FUENTE	DESCRIPCIÓN O SÍNTESIS
1	Contrato Interadministrativo No.1463 de 2009, suscrito entre la Secretaría Distrital de Movilidad y la Empresa de Transporte Masivo del Valle de Aburrá Limitada	Secretaría Distrital de Movilidad (SDM)	Tuvo como objeto caracterizar técnicamente la viabilidad para implantar sistemas de cable en seis localidades de Bogotá (Ciudad Bolívar, San Cristóbal, Usme, Usaquén, Santa Fe y Chapinero).
2	Contrato interadministrativo no. 1457 de 2009, celebrado entre Transmilenio S.A- y la Secretaría Distrital de Movilidad.	SDM	Corresponde al estudio de viabilidad técnica para la realización de un sistema de transporte por cable aéreo en las localidades de la periferia del distrito capital
3	Contrato Interadministrativo No. 20121531 del 7 de noviembre 2012, (Radicado Metro 2012-0186), suscrito entre la Secretaría Distrital de Movilidad y la Empresa de Transporte Masivo del Valle de Aburrá Limitada.	SDM	Se incluyen los estudios de localización, gestión predial, topografía, suelos, ambiental, social, plantas y perfiles arquitectónicos, estudio de redes, electromecánico, ingeniería estructural, presupuesto, costos de operación y mantenimiento y especificaciones técnicas
4	Convenio interadministrativo IDU 003 de 2013 (2013-225 numeración SDM).	SDM	Se estableció realizar la supervisión y seguimiento a los estudios técnicos a nivel de factibilidad para el sistema de transporte público urbano de pasajeros por cable aéreo.
5	Estudios para la actualización de la demanda del cable de San Cristóbal elaborados por la Secretaría Distrital de Movilidad de Bogotá.	SDM	* (marzo 2013) : Actualización de los estudios de demanda de pasajeros del Cable, cuyo trazado obtuvo el mayor puntaje de prioridad en los estudios de prefactibilidad del cable adelantados por la Empresa de Transporte Masivo del Valle de Aburrá Ltda. (2009). ** (noviembre de 2020) : Actualización de los estudios de demanda de pasajeros al año 2020, con el trazado seleccionado en el estudio de prefactibilidad del 2012.
6	Documento Técnico de Soporte “Prefactibilidad ambiental cable San Cristóbal” incluido el análisis del trazado a Juan Rey.	IDU	Contiene el estudio de prefactibilidad del Ramal a Juan Rey del Cable de San Cristóbal.
7	Informe parámetros generales para el proyecto cable aéreo san Cristóbal.	Transmilenio SA	Documento que especifica los parámetros operacionales recomendados por el Ente Gestor para el funcionamiento del Cable a San Cristóbal.

Fuente: Elaboración propia (2022)

	ACTUALIZACIÓN, AJUSTES Y COMPLEMENTACIÓN DE LA FACTIBILIDAD Y LOS ESTUDIOS Y DISEÑOS DEL CABLE AÉREO EN SAN CRISTÓBAL, EN BOGOTÁ D.C.	
---	--	---

Tabla 3. Marco de referencia del proyecto

No	NOMBRE	FUENTE	DESCRIPCIÓN O SÍNTESIS
1	Plan de Desarrollo 2020-2024 “Un nuevo contrato social y ambiental para la Bogotá del Siglo XXI”, adoptado mediante el acuerdo 761 de 2020.	Alcaldía de Bogotá	El proyecto se encuentra enmarcado dentro del Propósito 4 (<i>Hacer de Bogotá - Región un modelo de movilidad multimodal, incluyente y sostenible</i>) y establece como prioridad y como meta para el 2024 avanzar en el 60% de la construcción del cable aéreo de San Cristóbal
2	Plan de Desarrollo Económico, Social, Ambiental y de Obras Públicas para Bogotá, D.C., “Bogotá Mejor para Todos” aprobado mediante Acuerdo No 645 de 9 de junio de 2016.	Alcaldía de Bogotá, Secretaría General	Establece - entre muchos otros - programas que buscan la articulación regional y planeación integral del transporte mediante un mejoramiento de la conectividad regional de Bogotá y garantizar la continuidad en la prestación del servicio de transporte público derivado de la implementación del Sistema Integrado de Transporte Público, dentro del cual se considera el desarrollo de algunos proyectos de cables aéreos para las periferias de la ciudad, incluyendo el cable oriental de SC.
3	Decreto 190 de 2004 - Plan de Ordenamiento Territorial de Bogotá D.C.	https://www.ifrc.org/docs/indrl/965ES.pdf	Establece - entre muchas otras - la política de movilidad para mejorar la productividad de la ciudad y la región mediante acciones coordinadas sobre los subsistemas vial, de transporte y de regulación y control del tráfico con el fin de garantizar proyectos eficientes, seguros y económicos, que tiendan a la generación de un sistema de transporte de pasajeros urbano regional integrado.
4	Decreto 397 de septiembre 20 de 2010 “Por el cual se adopta el Plan Distrital de Seguridad Vial para Bogotá, Distrito Capital”.	https://www.simur.gov.co/portal-simur/	Se adopta el Plan de Seguridad Vial 2017 - 2026 donde se establece los lineamientos para formular programas y acciones de seguridad vial enfocadas en la reducción de siniestros viales y el número de víctimas fatales
5	Decreto 319 de 2006 - Plan Maestro de Movilidad para Bogotá Distrito Capital.	https://www.simbogota.com.co/	Se hace adopción del Plan Maestro de Movilidad y establece - entre muchos otras - las políticas, estrategias, programas, proyectos y metas relacionados con la movilidad del Distrito Capital, que permitan alcanzar una movilidad segura, equitativa, inteligente, articulada y respetuosa del medio ambiente.
6	Decreto 598 de 2013 Alcaldía Mayor de Bogotá, D.C.	https://www.alcaldiabogota.gov.co	Se anuncia la puesta en marcha del Proyecto Cable Aéreo para las localidades de Ciudad Bolívar y San Cristóbal,
7	Decreto 309 de 2009 se adopta el SITP	Alcaldía de Bogotá	Se determinó en el capítulo V que el SITP se implementaría de manera gradual, y dentro de la Fase 4 se contempla la integración del sistema Cable de San Cristóbal.
8	Acuerdo 489 de 2012, se adopta el Plan de Desarrollo Económico, Social, Ambiental y de Obras Públicas para Bogotá D.C. 2012-2016	Alcaldía de Bogotá	Quedó establecido dentro del numeral 1 de este acuerdo, que la red férrea se complementaría con dos líneas de cable que conectarán zonas de la ciudad de difícil acceso a la red de transporte público masivo: Paraíso en la localidad de Ciudad Bolívar y Moralba en la localidad San Cristóbal.

Fuente: Elaboración propia (2022)

Tabla 4. Normatividad y Legislación relacionada

No	NOMBRE	FUENTE	DESCRIPCIÓN O SÍNTESIS
1	Ley 769 de 2002 - Código Nacional de Tránsito.	http://www.secretariasenadogov.co/	Establece la regulación para la circulación de los peatones, usuarios, pasajeros, conductores, motociclistas, ciclistas, y vehículos por las vías públicas y/o bajo principios de seguridad de los usuarios, accesibilidad y movilidad.
2	Ley 1383 de 2010 Código Nacional de Tránsito, y se dictan otras disposiciones.	Alcaldía de Bogotá	Actualiza principalmente el contenido de la Ley 769 de 2002 (Artículo 131) con relación a la codificación de las infracciones de tránsito y se adopta el Manual de Infracciones.
3	Decreto 279 del 9 de septiembre de 2003.	https://xperta.legis.co/visor/temp_legcol_a8989ed2-07f2-4372-b302-7ea7dba0c358	Establece las condiciones para la conexión y circulación de peatones en las vías mediante puentes, entre bienes de uso público y entre elementos de espacio público y privado.
4	Decreto 1538 del 17 de mayo de 2005.	https://www.funcionpublica.gov.co/ .	Establece disposiciones para el diseño, construcción, ampliación, modificación y en general, cualquier intervención y/u ocupación de vías públicas (vehiculares y peatonales), mobiliario urbano y demás espacios de uso público.
5	Decreto 1072 de 2004 del Ministerio de Transporte	https://web.mintransporte.gov.co/jspui/bitstream/001/279/1/DECRETO%201072%20DE%202004.pdf	Su objetivo es reglamentar el transporte público por cable y las empresas prestadoras de este servicio, a fin de que ofrezcan un servicio eficiente, seguro, oportuno y económico, bajo los criterios básicos de cumplimiento de las normativas de transporte vigentes.
6	Concepto técnico para gestionar los Planes de Manejo de Tránsito (PMT) por obra	Alcaldía de Bogotá	Establece los lineamientos exigidos para mitigar el impacto generado por afectación del espacio público en la ciudad (rural o urbano) y en zonas aledañas a éste, que modifique la movilidad y seguridad vial, con el propósito de brindar un ambiente seguro, ordenado, ágil y cómodo a los peatones, ciclistas, pasajeros, conductores, personal de obra, asistentes a eventos y vecinos del lugar, en cumplimiento de la normatividad vigente durante la realización de procesos de obra.
7	Resolución 0001885 de 2015	Ministerio de Transporte	Se adopta el Manual de Señalización de 2015 que define las características de las señales de Tránsito, su uso y ubicación.

Fuente: Elaboración propia (2022)

Tabla 5. Manuales y normas técnicas

No	NOMBRE	FUENTE	DESCRIPCIÓN O SÍNTESIS
1	Resolución 1813 de 2012 por la cual se adopta el Manual metodológico para la preparación y evaluación de proyectos de cable aéreo en Colombia, 2012 - Ministerio de Transporte; Resolución 1813	file:///D:/Users/Personal/Downloads/Resolucion_01813_2012.PDF	Establece los criterios para la preparación técnica de los proyectos de transporte de pasajeros por cable aéreo en Colombia considerando los estudios de localización, topografía, geotecnia, predial, social, ambiental, demanda de usuarios, electromecánico, arquitectónico, estructural, de redes, administrativo, financiero y legal
2	Manual de Identidad Visual de las Obras del IDU.	IDU	Presenta las especificaciones de la indumentaria de trabajo para todo el personal a cargo del contratista de obra e interventoría que participe en la ejecución de las actividades que se ejecuten el desarrollo de un contrato específico, de tal forma que se asegure siempre la seguridad y las condiciones adecuadas de trabajo e identificación.
3	Manual de Planeación y Diseño para la Administración del Tránsito y el Transporte de Bogotá, de la Secretaría de Tránsito y Transporte de Bogotá, 2005.	SDM	Este manual ofrece los lineamientos necesarios para efectuar los estudios de tránsito, cumpliendo con los parámetros de obtención y muestreo de datos, la medición y confiabilidad estadística, análisis de capacidad y niveles de servicio para las infraestructuras de circulación que estén dentro de la zona de influencia del proyecto.
4	Manual de Señalización Vial 2015.	Ministerio de Transporte	Define cada uno de las especificaciones técnicas de diseño y ubicación de los diferentes tipos de dispositivos de regulación del tránsito que deben ser usados obligatoriamente por las autoridades de tránsito y por las entidades u organismos encargados de la administración de las redes viales
5	Manual de Seguimiento Ambiental para Proyectos de Infraestructura Urbana del IDU; Guía de Manejo Ambiental para el desarrollo de proyectos de infraestructura urbana de Bogotá D.C (2017)	IDU	Este manual es un instrumento de gestión que direccionará las funciones, procesos, procedimientos, controles, responsabilidades y competencias de cada uno de los actores (Contratistas, Interventores, y funcionarios del IDU) que realizan el control, seguimiento y monitoreo al cumplimiento de la legislación ambiental y de seguridad y salud en el trabajo vigente aplicable a cada proyecto.
6	Guía Metodológica para la Elaboración de Planes de Seguridad Vial Distritales, Municipales y Departamentales 2015	Ministerio de Transporte	Este documento presenta orientaciones procedimentales y sugiere lineamientos técnicos para la elaboración de programas y acciones de un Plan de Seguridad Vial para las entidades territoriales.
7	Especificaciones técnicas generales de materiales y construcción para proyectos de infraestructura vial y de espacio público en Bogotá D.C (Especificaciones IDU-ET-2005)	IDU	Establece las especificaciones técnicas relacionadas con materiales, procesos de diseño y constructivos para los contratos celebrados por el IDU para la construcción, rehabilitación, mejoramiento y conservación de la infraestructura vial y espacio público
8	Norma Técnica Colombiana - NTC 4143.	https://www.mincit.gov.co/	Esta norma establece las dimensiones mínimas y las características generales que deben cumplir las rampas para los niveles de accesibilidad adecuado y básico, que se construyan en las edificaciones y los espacios urbanos para facilitar el acceso a las personas.

	ACTUALIZACIÓN, AJUSTES Y COMPLEMENTACIÓN DE LA FACTIBILIDAD Y LOS ESTUDIOS Y DISEÑOS DEL CABLE AÉREO EN SAN CRISTÓBAL, EN BOGOTÁ D.C.	
---	--	---

No	NOMBRE	FUENTE	DESCRIPCIÓN O SÍNTESIS
9	Norma Técnica Colombiana - NTC 4774.	https://www.mincit.gov.co/	Esta norma establece las dimensiones mínimas y las características funcionales y de construcción que deben cumplir los cruces peatonales a nivel y los puentes peatonales no adosados a puentes vehiculares y pasos subterráneos
10	NTC 5610,	https://www.mincit.gov.co/	Esta norma establece los requisitos técnicos para las señales podotáctiles; de igual forma, brinda las recomendaciones para su correcta instalación, con el fin de ayudar a las personas con limitación visual a tener una movilidad autónoma y segura.
11	NTC 4695,	https://www.mincit.gov.co/	Establece los requisitos mínimos que deben tener las señales de tránsito peatonal horizontales y verticales localizados en áreas de uso público.

Fuente: Elaboración propia (2022)

Tabla 6. Información caracterización componente de tránsito, movilidad y socioeconómico

No	NOMBRE	FUENTE	DESCRIPCIÓN O SÍNTESIS
1	Red semafórica	Datos Abiertos – SIMUR	Puntos de coordenadas de la red semafórica de las localidades de San Cristóbal y Usme, además de su dirección, localización, tipo de intervención (vehicular, peatonal), si tiene infraestructura de ciclousoario y el tipo de operación.
2	Siniestralidad	Datos Abiertos - SIMUR	Registros de siniestros viales ocurridos en las localidades de San Cristóbal y Usme desde 2015 hasta 2019 con caracterización detallada
3	Red vial	Datos Abiertos - SIMUR	Datos de la malla vial en Bogotá como tipo de vía, nombre, sentido, nivel, estado, número de carriles, ancho de calzada, estado funcional, velocidad de operación.
4	Red peatonal	Datos Abiertos - SIMUR	En el archivo shape se encuentra longitud y área de andenes en Bogotá.
5	Calzada	Datos Abiertos - SIMUR	En el archivo shape se encuentra ancho, longitud y área de la calzada de Bogotá.
6	Inventario de señalización	SIMUR	Capa diseño movilidad (longitud, área, estado, contrato) y diseños eliminados (longitud, área, estado, contrato)
7	Red ciclorruta	SIMUR	Registros de la red de ciclorruta con información acerca de la clase (espacio compartido, ciclorruta, bicicarril), sentido (doble sentido, un solo sentido), superficie (liso, corrugado, particulado), localización

	ACTUALIZACIÓN, AJUSTES Y COMPLEMENTACIÓN DE LA FACTIBILIDAD Y LOS ESTUDIOS Y DISEÑOS DEL CABLE AÉREO EN SAN CRISTÓBAL, EN BOGOTÁ D.C.	
---	--	---

No	NOMBRE	FUENTE	DESCRIPCIÓN O SÍNTESIS
8	Velocidad red vial	Datos Abiertos - SIMUR	Información de velocidades en vía en Bogotá relacionada con datos de hora, distancia, velocidad promedio, nombre de la vía y velocidad ponderada.
9	Volúmenes de peatones, bicicletas, transporte público, transporte de carga, motocicletas y vehículos	Plan de Monitoreo del Tránsito de la Secretaría Distrital de Movilidad de Bogotá entre los años 2015 y 2020.	Volúmenes de peatones, bicicletas, transporte público, transporte de carga, motocicletas y vehículos de la zona de influencia (localidad San Cristóbal y Usme)
10	Equipamientos y centros atractores de viajes	XLS	MAPAS BOGOTÁ
11	Población y usos del suelo	SHP, XLS	DANE
12	SITP implementado y provisional	SHP	SIMUR
13	Encuesta de movilidad 2019	CSV, XLSX, PDF, SHP	DATOS ABIERTOS - SIMUR
5	Paraderos SITP	SHP	SIMUR
6	Rutas alimentadoras	XLSX	MAPAS BOGOTÁ
7	Inventario de proyectos de movilidad y urbanismo futuros en la zona de influencia	SHP, XLSX	SECRETARÍA DE MOVILIDAD/IDU
8	Ascensos por paraderos del SITP	CSV	SECRETARÍA DE MOVILIDAD
9	Rutas nuevas del SITP	SHP	SECRETARÍA DE MOVILIDAD

Fuente: Elaboración propia (2022)

Tabla 7. Información operación Transmilenio

No	NOMBRE	FUENTE	DESCRIPCIÓN O SÍNTESIS
1	Plano de la distribución física del Portal 20 de Julio (zonas de parqueo, mantenimiento, ascenso-descenso de pasajeros, etc.).	TRANSMILENIO SA	Esquema funcional del Portal 20 de Julio donde se detallan las zonas de parqueo, abastecimiento, mantenimiento, ascenso y descenso de pasajeros, etc.
2	Inventario de rutas troncales y de alimentación que operan (pasajeros, frecuencia, recorrido, etc.)	TRANSMILENIO SA	Relación de los servicios troncales y de alimentación que operan desde y hacia el Portal 20 de Julio, incluyendo los planes de operación de cada ruta.
3	Datos de ingresos y salidas de pasajeros por los validadores del portal (servicios de alimentación y troncal).	TRANSMILENIO SA	Validaciones de ingreso y salida de usuarios por cada una de las puertas y torniquetes del Portal, distinguiendo entre los servicios troncales y de alimentación; discriminados por hora, día, etc.

	ACTUALIZACIÓN, AJUSTES Y COMPLEMENTACIÓN DE LA FACTIBILIDAD Y LOS ESTUDIOS Y DISEÑOS DEL CABLE AÉREO EN SAN CRISTÓBAL, EN BOGOTÁ D.C.	
---	--	---

No	NOMBRE	FUENTE	DESCRIPCIÓN O SÍNTESIS
4	Información del esquema operacional del ingreso y salida de los buses al portal (volumen, cantidad, horas de mayor congestión, etc.).	TRANSMILENIO SA	Información cuantitativa del ingreso y salida de buses de alimentación y del sistema trocal por las puertas de acceso al Portal discriminando hora, día y tipo de servicio.
5	Plan de ampliación del portal y del sistema de operación	TRANSMILENIO SA	Plan de ampliación del sistema de BRT para los próximos años, incluyendo la construcción y ampliación de la infraestructura de patios, troncales y demás.

Fuente: Elaboración propia (2022)

Tabla 8. Proyectos de infraestructura alrededor de la Estación de Retorno

No	NOMBRE	FUENTE	DESCRIPCIÓN O SÍNTESIS
1	Proyecto Integral de Revitalización	Secretaría Distrital de Hábitat	Se tiene como principal armonización entorno al Cable Aéreo San Cristóbal el Proyecto Integral de Revitalización a cargo de la secretaria Distrital de Hábitat, los cuales incluyen: Corredores de conectividad y movilidad entre nodos; Culatas y remanentes por impacto de obras de infraestructura del transporte; Nodos para la permanencia y el desarrollo de actividades y proyectos de Vivienda (Vis y no Vis) para relocalización y cualificación de oferta en el territorio.
2	Corredores urbanos para la conectividad y movilidad entre nodos (Circuito Altamira)	Secretaría Distrital de Hábitat	Se trata de estructurar una red de andenes y calzadas, que conectan zonas estratégicas del territorio y proyectos de intervención puntual involucrados con las estaciones del cable, que se compone de los siguientes grupos de intervención: •Circuitos de integración peatonal •Ejes de activación comercial •Senderos ambientales •Pacificación de intersecciones viales Para el caso específico de Altamira está la propuesta del circuito Altamira que comprende hacia el oriente la perimetral de oriente, al occidente la Carrera 11 Este, al norte la Calle 42a Sur y al sur la Calle 43a Sur

No	NOMBRE	FUENTE	DESCRIPCIÓN O SÍNTESIS
3	Estaciones, Culatas y Espacios Públicos Remanentes por Obras de Infraestructura	Secretaría Distrital de Hábitat	Con el fin de evitar o prevenir los procesos de gentrificación o de afectación a los propietarios del suelo donde se implementará el proyecto del CASC se plantea una propuesta de estrategias y proyectos de intervención en estaciones, culatas y espacios públicos remanentes por obras de infraestructura. Esta tipología se compone de los siguientes grupos de intervención: • Acciones de Acupuntura Urbana • Acciones de activación de estaciones y culatas • Acciones para la promoción de prácticas sostenibles Para el caso específico de Altamira se tiene intervención del Parque Mirador Altamira Chiguaza, acupuntura urbana en el sector de la Carrera 12b Este con Calle 42a al costado Nor-Oriental de la futura Estación de Retorno
4	Nodos de Dotaciones para el Fortalecimiento y Desarrollo Comunitario	Secretaría Distrital de Hábitat	En articulación con el proyecto integral de Revitalización, los nodos de equipamientos responden a las necesidades reales de sus habitantes actuales y futuros, así como a la construcción de un proyecto de ciudad. Esta tipología se compone de los siguientes grupos de intervención: • Equipamiento ancla • Equipamientos complementarios • Servicios urbanos en espacio público Para el caso específico de Altamira se plantea el Nodo Logístico Altamira el cual proyecta diferentes usos como oficinas de la Alcaldía Local, manzana del cuidado, espacios de activación económica, espacios culturales e intercambiador intermodal, planteado en un área de 12500 m2 (4 manzanas) sobre la Carrera 12b Este entre Calles 42a Sur y Calle 43a Sur

	<i>ACTUALIZACIÓN, AJUSTES Y COMPLEMENTACIÓN DE LA FACTIBILIDAD Y LOS ESTUDIOS Y DISEÑOS DEL CABLE AÉREO EN SAN CRISTÓBAL, EN BOGOTÁ D.C.</i>	
---	--	---

No	NOMBRE	FUENTE	DESCRIPCIÓN O SÍNTESIS
5	Manzanas Vitales	Secretaría Distrital de Hábitat	Esta tipología involucra intervenciones, acciones y proyectos asociados a la vivienda nueva, mejoramientos de vivienda y las intervenciones afines para el mejoramiento del hábitat. Para ello, se define una unidad espacial básica, en la cual la manzana se convierte en el elemento que, al ser intervenido integralmente, con la integración de programas institucionales en el territorio. Se logra generar vitalidad en el entorno inmediato a las manzanas vitales. Para ello se propone la redensificación en estas manzanas con vivienda nueva, compra de vivienda usada para ofrecer alternativas de relocalización de viviendas por el impacto de la obra pública, plan terrazas, plan vecinos, mejoramiento de entornos, espacios públicos controlados en interiores de manzana, mejoramiento del hábitat y exploración de alternativas de gestión asociativa para la promoción de vivienda con mezcla de usos. Esta tipología se compone de los siguientes grupos de intervención: • Vivienda de gestión asociativa (englobes de predios + plan vecinos) • Vivienda de gestión privada
6	Circunvalar de oriente	IDU	Construcción de la Circunvalar de oriente desde la Salida al Llano hasta la Avda. Villavicencio. Inicia en la denominada Intersección el Uval de la Autopista la Llano, continua por el carreteable empleado como vía de servicio durante la construcción de la Autopista al Llano hasta empalmar con la Avenida de los Cerros, continuando por esta vía hasta el cruce de la calle 36C Sur con Carrera 12 Este, donde finaliza el proyecto; presenta una longitud aproximada de 9,84 km. A lo largo del corredor se proyectaron retornos e intersecciones a nivel semaforizadas garantizando la conectividad tanto vehicular como peatonal de los costados occidental y oriental de la vía; adicionalmente al diseño urbano y paisajístico, se prevén áreas de oportunidad generando nodos de espacio público integrados a la vía. Corresponde a una vía de doble calzada con una sección transversal de ancho total de 30.6 mts, separador central de 3 mts, franja de ciclorruta a nivel de anden de 3 mts y franja de circulación peatonal de 3.30 mts y cruza por el costado oriental de la estación a solo tres cuadras de esta.

Fuente: Elaboración propia (2022)

	<i>ACTUALIZACIÓN, AJUSTES Y COMPLEMENTACIÓN DE LA FACTIBILIDAD Y LOS ESTUDIOS Y DISEÑOS DEL CABLE AÉREO EN SAN CRISTÓBAL, EN BOGOTÁ D.C.</i>	
---	---	---

En general, esta información secundaria permitió adelantar los análisis necesarios para el desarrollo del Proyecto, tanto para el planteamiento metodológico y desarrollo del Estudio de Tránsito y Transporte, como para la formulación de las soluciones a implementar para la mitigación de los impactos que se pueden generar por la implantación y puesta en operación de las estaciones que componen el Cable Aéreo San Cristóbal. Cabe aclarar que la información presentada en la Tabla 8 y que corresponde a aquellos proyectos establecidos por la Secretaría de Hábitat, estos aún se encuentran en proceso de formulación y definiciones y solo se tendrá información detallada (e.g: trazados finales, demanda generada y atraída, entre otros) hasta el siguiente año, por lo tanto dentro de los análisis hechos en este estudio solo se tendrán en cuenta aquellos proyectos futuros que brinden información con mayor nivel de detalle (e.g. La Circunvalar de Oriente), sin embargo, como parte de los análisis que se hagan en este Estudio de Tránsito y Transporte se generarán recomendaciones para que a futuro dichos proyectos se articulen de la mejor forma posible con las intervenciones y que se propongan para la implantación de la estación de retorno.

7 DEFINICIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA

El siguiente paso de la metodología para la estructuración del presente Estudio de Tránsito y Transporte consistió en definir la zona de análisis para la Estación de Retorno. La definición de dicha zona se enmarcó teniendo en cuenta el alcance definido en los términos de referencia de la presente consultoría. Dichos términos de referencia establecen:

“Teniendo en cuenta que el proyecto generará demanda peatonal y de ciclistas para ingreso a las estaciones, el Consultor deberá elaborar un análisis de tránsito con el fin de garantizar que dichos accesos cuenten con las condiciones de capacidad y seguridad vial adecuada, en armonía con la infraestructura existente. El Consultor deberá proponer y evaluar técnicamente las medidas a implementar (reductores de velocidad, intersecciones semaforizadas peatonales, reorganización de sentidos viales, etc.) con el fin de garantizar la accesibilidad peatonal y de ciclistas adecuada para el proyecto. Asimismo, el consultor deberá elaborar los Planes de Manejo de Tránsito Específicos requeridos para resolver la movilidad durante el proceso de construcción de acuerdo con la siguiente prioridad: peatón, ciclista y transporte público”.

Por lo tanto, el área de análisis principal se establece como el territorio donde en primer lugar se definen los espacios de acceso de usuarios (peatones y bici-usuarios principalmente) a la estación de retorno ubicada sobre una manzana inscrita entre la Calles 43 A Sur y Calle 43 sur, y las Carreras 12B y 12A Este. Además, se puede establecer una zona secundaria en la cual se producirán eventuales cambios de comportamiento en los flujos no motorizados y motorizados producto del proceso de construcción y puesta en operación de la estación y su interacción con la infraestructura existente.

Por lo tanto, se definen dos zonas de análisis, cada una con características y desafíos particulares:

- Área de influencia directa (AID)
- Área de influencia indirecta (AII)

A continuación, se presenta las áreas de análisis definidas junto con los respectivos parámetros usados para su delimitación.

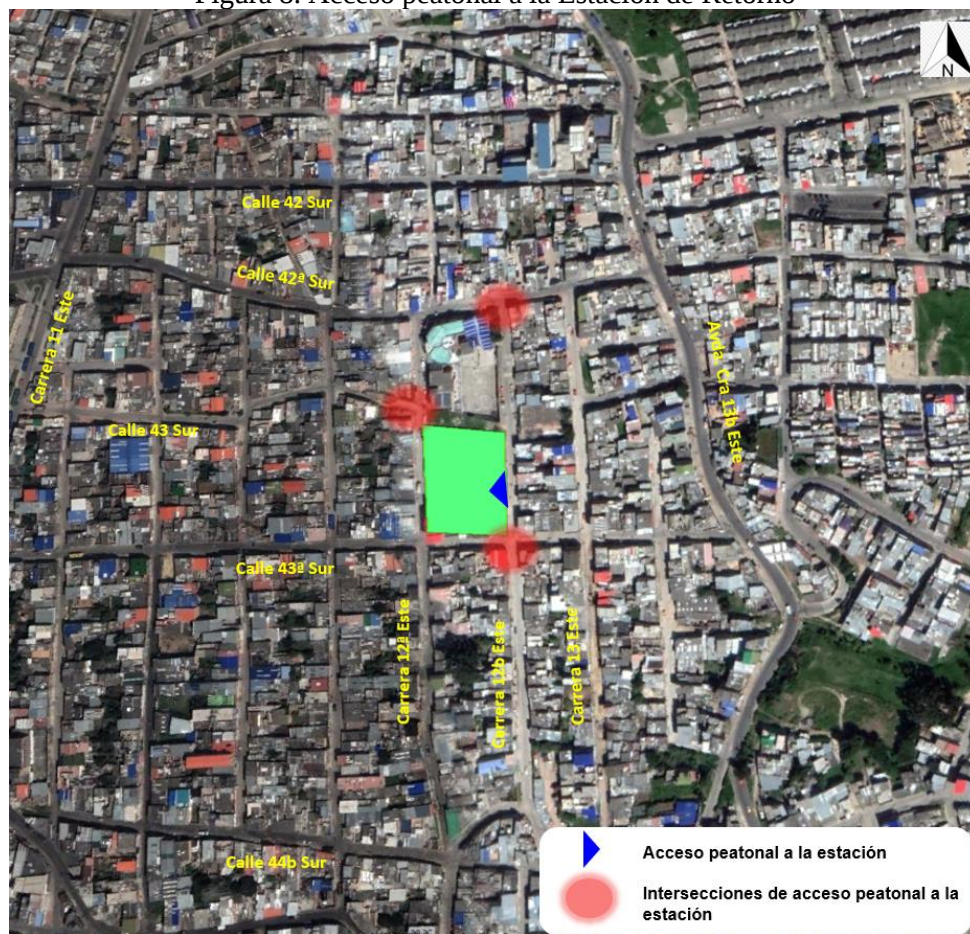
7.1 ÁREA DE INFLUENCIA DIRECTA (AID)

El área de influencia directa (AID) está acotada espacialmente por la zona dentro de la cual se debe garantizar la accesibilidad peatonal y de ciclo usuarios a las estaciones, asegurando condiciones de capacidad y seguridad vial adecuada, en armonía con la infraestructura existente; dentro de esta zona se evalúan los cruces de los flujos motorizados y/o no motorizados y se realiza el diseño a detalle de las medidas de solución que deban implementarse para la articulación en materia de tránsito y movilidad para la operación de la futura estación. Otros aspectos que son evaluados dentro de esta zona corresponden a los niveles de servicio de las intersecciones viales y la infraestructura peatonal (pasos cebra y zonas de espera) antes y después de la implementación del proyecto para cada acceso, así como aspectos de accesibilidad, conectividad, continuidad y seguridad vial.

La definición del AID inicia con una delimitación espacial identificando en primer lugar los sectores principales (intersecciones y andenes) por donde accederán los futuros usuarios a la estación. La estación de retorno tendrá el acceso peatonal por el costado oriental sobre la Carrera 12a Este

convirtiendo a las intersecciones de la Calle 42 Sur y Calle 43a Sur con Carrera 12b Este y la Calle 43 Sur con Carrera 12a Este, en los principales puntos de acceso a la estación (ver Figura 8).

Figura 8. Acceso peatonal a la Estación de Retorno

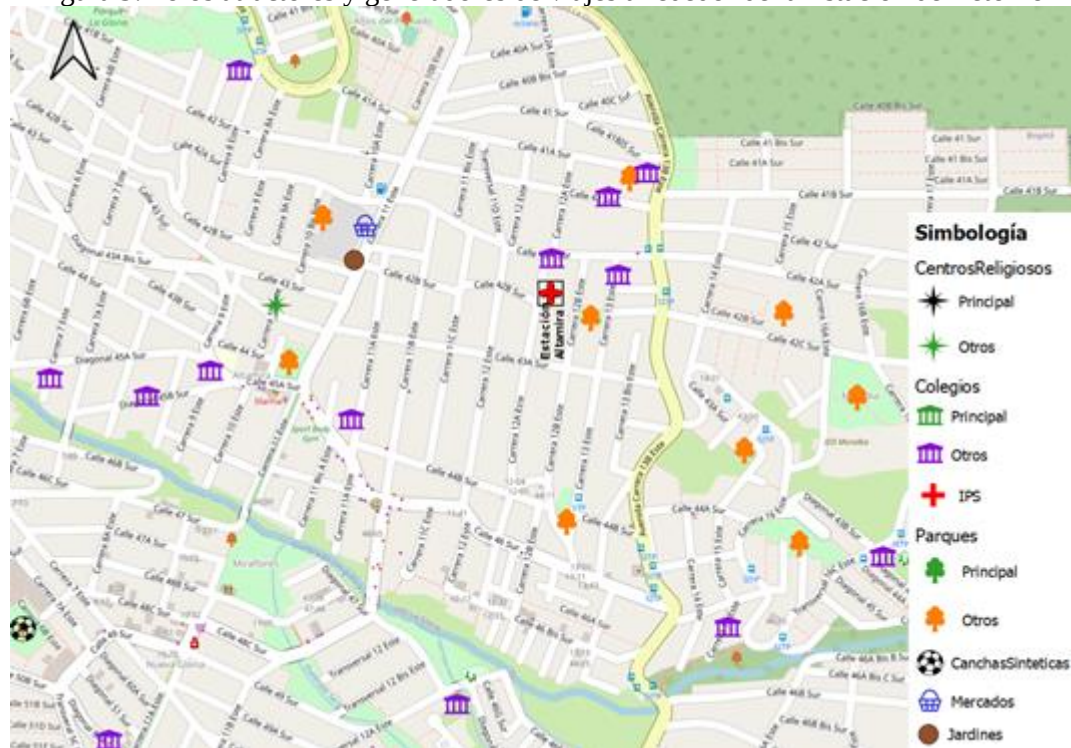


Fuente: Elaboración propia a partir de Google Maps (2022)

Una segunda variable fundamental usada en la delimitación de la zona de influencia y que condicionó la definición de los sectores de acceso a la futura estación, correspondió a la identificación de los principales polos generadores y atractores de viaje alrededor de la manzana en la que se va ubicar la estación de retorno. Entre los polos más sobresalientes se tienen instituciones educativas como el Colegio Distrital San José Oriental, Gimnasio Pedagógico Piaget y el Colegio Altamira ubicados al Nor-Oriente y al Norte respectivamente de la futura estación, el Centro de Atención Prioritaria en Salud Altamira ubicado al norte, la Estación de Bomberos ubicada en el barrio Moralba hacia el costado oriental de la Avenida Carrera 13b este, en dicho sector también se encuentra el Parque Zonal Moralba y el Colegio Moralba. Hacia el sector Sur de la futura estación de retorno se encuentra el Parque Público Nueva Alta Gloria y los salones comunales del Barrio Altamira y La Nueva Gloria. Además, se encuentran pequeñas plazas de mercado hacia el sector nor-oriental, supermercados,

tiendas de abarrotes, centros religiosos y algunas zonas deportivas pequeñas (ver Figura 9).

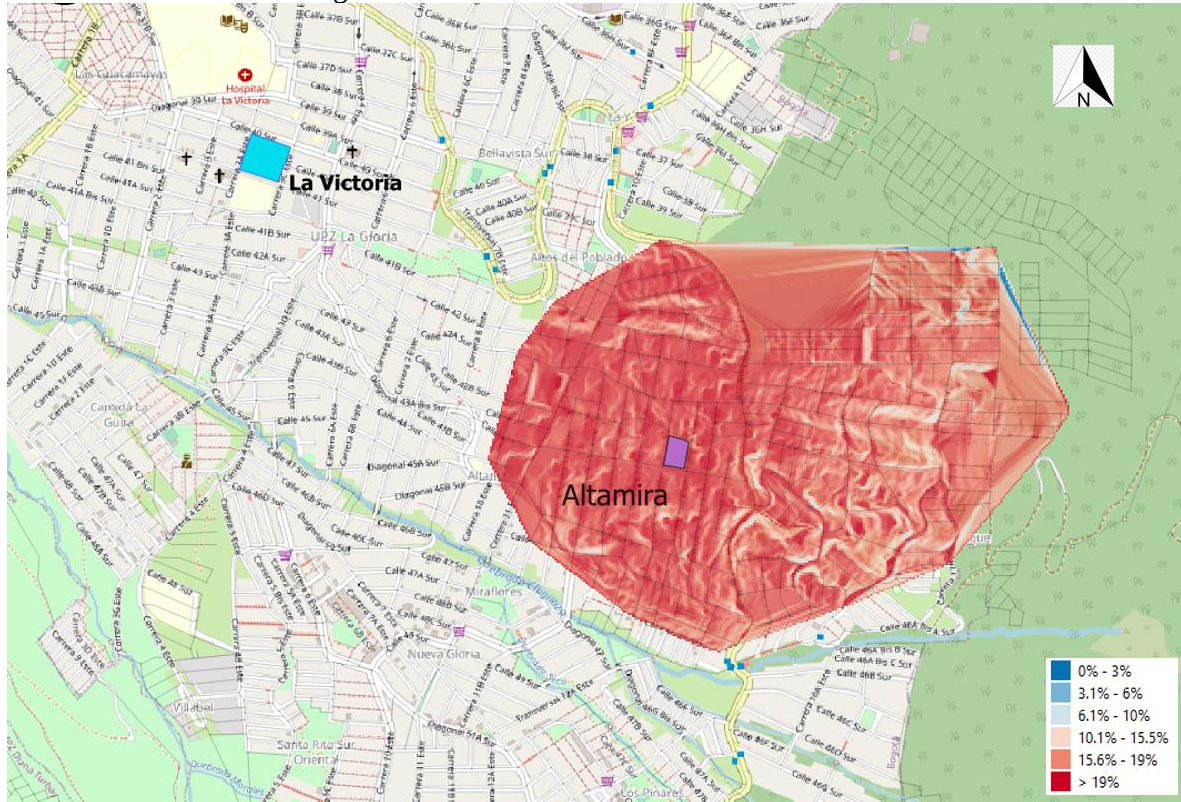
Figura 9. Polos atractores y generadores de viajes alrededor de la Estación de Retorno



Fuente: Elaboración propia (2022)

Una vez identificados los principales polos atractores y generadores de viajes se establecieron las principales trayectorias en caminata de los peatones hacia la futura estación siguiendo la malla vial existente, con lo cual se logró identificar aquellas intersecciones y andenes por donde se desplazarían los peatones que se dirigirían hacia el portal. Sin embargo, dentro del análisis de trayectorias se tuvo en cuenta las pendientes de la zona donde se ubica la estación, ya que este sector se caracteriza por presentar pendientes altas que pueden resultar determinantes al momento que un usuario elija caminar para llegar a la estación. En la Figura 11 se muestran las pendientes en la zona y en la Figura 11 las trayectorias analizadas.

Figura 10. Pendientes del terreno sector Altamira

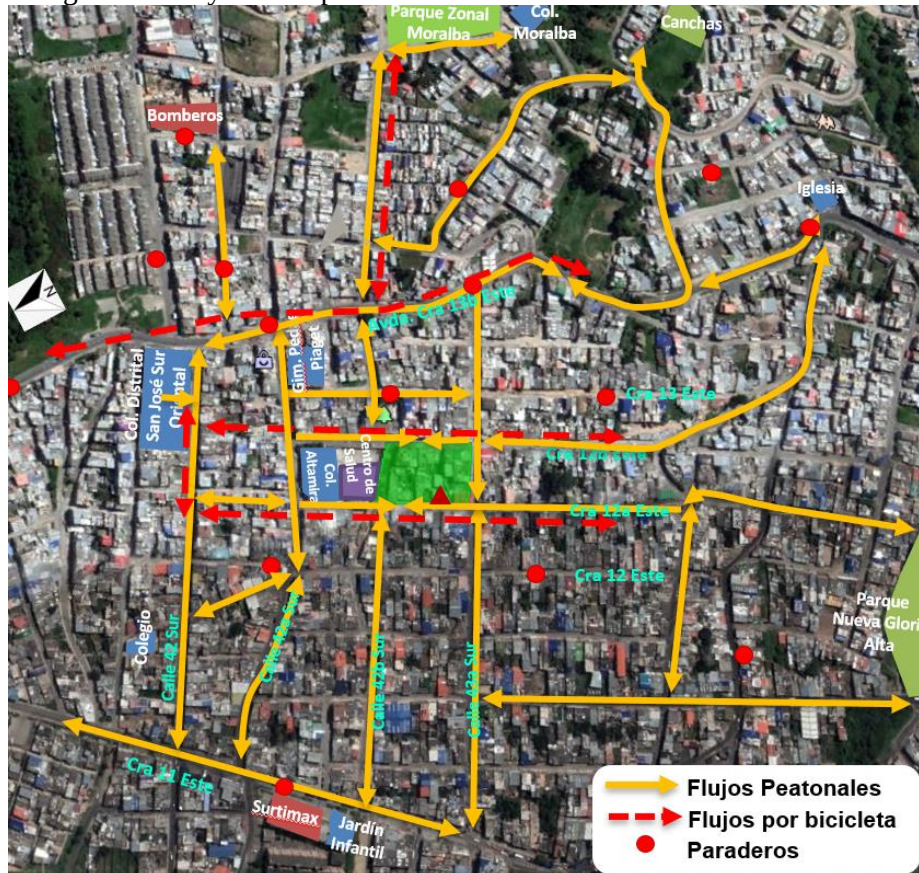


Fuente: Elaboración propia (2022)

Los flujos peatonales principales provienen del costado nor-oriente desde las entidades educativas que se ubican en dicho sector (ver Figura 9). Además, existe un flujo importante que se desplaza por el corredor de la Avenida Carrera 13b este ya que entre Calles 42a Sur y 42 Sur se ubican varios almacenes comerciales y de venta de frutas y verduras que aglomeran un número considerable de peatones (ver *Fotografía 1*). Asimismo, sobre este eje vial se agrupan los usuarios de transporte público principalmente de los barrios Altamira y Moralba (ver *Fotografía 2*). Desde el Parque Moralba los peatones se mueven principalmente por el eje vial de la Calle 42c Sur y confluyen en la Avenida Carrera 13b Este, mostrando que dicha avenida es un eje vital para la confluencia de peatones del sector norte y oriente de la futura estación de retorno.

Otro flujo a considerar en la actualidad se presenta en la zona alrededor del Centro de Atención Prioritaria Hospitalaria Altamira ubicado sobre la Carrera 12a este entre Calle 43 Sur y Calle 42a Sur y el Colegio Altamira. Desde el Parque Público Nueva Gloria Alta los peatones se mueven principalmente por el eje vial de la Diagonal 47 Sur ya que debido a las pendientes no tienen salida directa hacia el sector donde se ubicará la estación de retorno, sino que tienen que rodear el parque para llegar hacia el sector de la estación.

Figura 11. Trayectorias peatonales en el sector de la Estación de Retorno



Fuente: Elaboración propia a partir de Google Maps (2022)

Fotografía 1. Sector Avenida Carrera 13b Este



Fuente: Elaboración propia a partir de Google Maps (2022)

Fotografía 2. Aglomeración usuarios de transporte público eje vial Avenida Carrera 13b Este



Fuente: Elaboración propia a partir de Google Maps (2022)

Fotografía 3. Parque Público Moralba



Fuente: Elaboración propia a partir de Google Maps (2022)

Fotografía 4. Sector Centro de Atención Prioritaria Altamira



Fuente: Elaboración propia a partir de Google Maps (2022)

Fotografía 5. Diagonal 47 sur eje de salida del Parque Público Nueva Gloria Alta



Fuente: Elaboración propia a partir de Google Maps (2022)

Fotografía 6. Costado opuesto estación de retorno Parque Público Nueva Gloria Alta



Fuente: Elaboración propia a partir de Google Maps (2022)

Las trayectorias peatonales se hacen en la actualidad por andenes que no presenta las mejores condiciones de estado y continuidad provocando en muchos casos que los peatones deban bajarse a la vía y ofreciendo condiciones nada favorables para usuarios con movilidad reducida, debido a las pendientes de la zona y a la presencia de rampas y escalones que no permiten andenes uniformes y en algunos casos los andenes ni existen o están en un grado de deterioro considerable. En la sección 9.1 de este documento se presenta un mapa con los anchos efectivos de andenes existentes (ver Tabla 13) en la zona, así como la localización de discontinuidades y andenes en mal estado.

Para el caso de los usuarios de bicicletas con base en la información tomada en campo se estima que en la zona el flujo es bajo y en la hora pico de la mañana se tiene un flujo máximo de 45 bicicletas principalmente por el sector de la Avenida Carrera 13b Este y en menor proporción (33 bicicletas /hora) por los ejes de la Carrera 12b Este y la Carrera 12a Este (dicha información se presenta en mayor detalle en el capítulo 9 de este documento). Sin embargo, a pesar que el flujo es bajo principalmente debido a las altas pendientes de la zona, no significa que dichos usuarios no sean tenidos en cuenta dentro de los análisis presentados en este estudio y la identificación de dichos ejes viales muestra corredores viales que deben hacer parte de la zona de análisis.

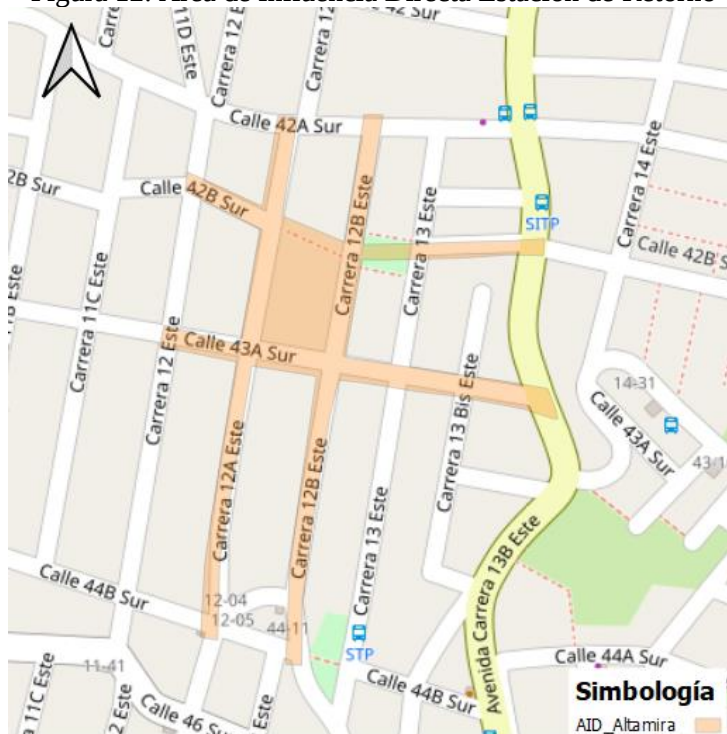
Dada la condición de acceso indirecto a la estación y la identificación de un sector específico donde confluirán los flujos peatonales y de bici usuarios para el ingreso a la futura estación de retorno, cuyo acceso principal se dará sobre la Carrera 12b Este, se definen como intersecciones principales de acceso hacia la estación:

- Carrera 12a Este con Calle 42a Sur
- Carrera 12a Este con Calle 43a Sur
- Carrera 12a Este con Calle 43 Sur
- Carrera 12b Este con Calle 42a Sur
- Carrera 12b Este con Calle 43a Sur

Sin embargo, a pesar que las intersecciones anteriores se identificaron como prioritarias para asegurar el acceso a la estación, teniendo en cuenta los puntos atractores y de concentración de usuarios identificados anteriormente, el AID se extendió para lograr un análisis de conexión con el eje vial de la Avenida Carrera 13b Este y a su vez se extendió hacia el sector sur para cubrir las intersecciones de la Carrera 12a Este y 12 Este con la Calle 44b Sur, ya que en la actualidad por dicha calle circulan las rutas de transporte público del sector de Altamira y este proyecto entre sus muchas funcionalidades busca promover y facilitar la intermodalidad.

Por lo tanto, el AID definida para la Estación de Retorno se muestra en la Figura 12 y es en esta zona donde se harán los análisis de accesibilidad peatonal y de bici-usuarios, así como la identificación y diseño a detalle de las medidas que aseguren condiciones de capacidad y seguridad vial adecuada, en armonía con la infraestructura existente.

Figura 12. Área de Influencia Directa Estación de Retorno



Fuente: Elaboración propia (2022)

7.2 ÁREA DE INFLUENCIA INDIRECTA (AII)

El área de influencia indirecta (AII) corresponde a la zona máxima a analizar limitada por condiciones de infraestructura, como vías arteriales e intermedias alrededor del proyecto, posibilidad de desvíos viales, fronteras naturales, fronteras artificiales y límites administrativos que condicionan las dinámicas de viajes vehiculares, de transporte público, peatonales y de bicicletas que puedan verse afectados por el proyecto buscando rutas alternas o cuyos viajes de tránsito por el sector puedan verse significativamente afectados por efecto de la construcción, operación y medidas implementadas para el establecimiento y puesta en marcha de la estación de transferencia.

Con base en las consideraciones anteriores y mediante una superposición de capas que contienen las características de movilidad actual de la zona alrededor de la futura estación de retorno, se inició con la delimitación del AII. En dicha superposición de capas se consideraron variables tales como usos de suelo, malla vial arterial, intermedia, local, ciclorrutas o ciclo carriles, el trazado de las rutas de transporte público y sus respectivos paraderos, el volumen de ascensos de pasajeros para cada paradero de transporte público, la ubicación de las intersecciones semaforizadas y la ubicación de los equipamientos, así como las estadísticas de siniestralidad.

Cada una de las capas anteriores tenían una función específica dentro del proceso final de la delimitación de la zona indirecta, dichas funciones se detallan a continuación:

	<i>ACTUALIZACIÓN, AJUSTES Y COMPLEMENTACIÓN DE LA FACTIBILIDAD Y LOS ESTUDIOS Y DISEÑOS DEL CABLE AÉREO EN SAN CRISTÓBAL, EN BOGOTÁ D.C.</i>	
---	--	---

- La clasificación vial de la zona de análisis, permite incluir dentro del análisis de impacto a las vías arteriales, intermedias o colectoras y la red vial de bicicletas. Su importancia radica en el hecho de que son ellas las que van a recibir los nuevos flujos de vehículos y bicicletas producto de la demanda generada por la implantación del proyecto.
- La caracterización del transporte público, permite incluir dentro del análisis de impacto las rutas que se verán afectadas por la dinámica de los nuevos viajes generados. Pueden generarse cambios en los recorridos de algunas rutas, así como en las frecuencias de operación, como parte de una estrategia generada por el operador para aumentar la captación del sistema.
- La ubicación geoespacial de las intersecciones semaforizadas es importante debido a que en éstas confluyen los principales flujos motorizados y no motorizados y son los puntos de mayor complejidad y conflictos dentro de una red vial, por lo que se hace necesario incluir la mayor cantidad de estas dentro del análisis.
- Los equipamientos, se convierten en polos generadores y atractores de viajes, es decir, generan viajes nuevos que previamente eran realizados a destinos completamente diferentes y que a futuro se van a presentar debido a la atracción del nuevo sistema de transporte (cable) en conjunto con la opción de ir a un destino con un equipamiento más atractivo. Geo-espacialmente se tienen en cuenta los principales equipamientos cercanos a la estación de retorno del cable como sitios de atracción de viajes dentro de la zona de estudio; por lo tanto, se tiene para este sector instituciones educativas como el Colegio Distrital San José Oriental, Gimnasio Pedagógico Piaget y el Colegio Altamira ubicados al Nor-Oriente y al Norte respectivamente de la futura estación, el Centro de Atención Prioritaria en Salud Altamira ubicado al norte, la Estación de Bomberos ubicada en el barrio Moralba hacia el costado oriental de la Avenida Carrera 13b este, en dicho sector también se encuentra el Parque Zonal Moralba y el Colegio Moralba. Hacia el sector Sur de la futura estación de retorno se encuentra el Parque Público Nueva Alta Gloria y los salones comunales del Barrio Altamira y La Nueva Gloria. Además, se encuentran pequeñas plazas de mercado hacia el sector nor-oriente, supermercados, tiendas de abarrotes, centros religiosos y algunas zonas deportivas pequeñas. Estos equipamientos permitieron identificar las trayectorias peatonales y de esta forma establecer los puntos principales por donde accederán los usuarios al acceso de la estación ubicado sobre la Carrera 12b Este y de esta forma definir y recomendar intervenciones sobre los andenes y sobre las esquinas.
- La ubicación de los principales paraderos de transporte público junto con la demanda de usuarios (ascensos), permiten identificar los puntos de mayor demanda de pasajeros dentro de la zona de estudio, y a su vez determinar aquellos paraderos que se verán afectados por el cambio de la dinámica de tránsito por la implantación del proyecto.
- Los datos de siniestralidad en la zona de estudio permiten identificar los cruces que generan mayores conflictos para los distintos actores viales y que por la construcción del cable se deben priorizar en temas de seguridad vial, puesto que van a recibir los nuevos flujos de vehículos y peatones.

En la Tabla 9 se presentan las variables definitivas usadas en la definición del área indirecta de análisis.

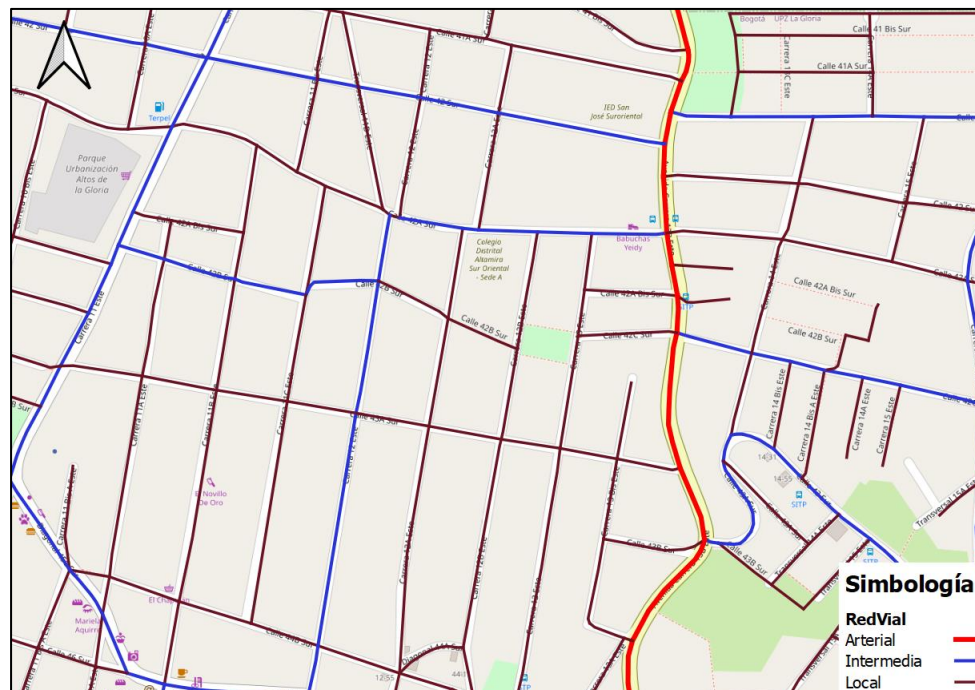
Tabla 9 Resumen de variables para definir el AII del proyecto

Nº	VARIABLE
1	Malla vial primaria, secundaria, red de bicicletas y red peatonal
2	Los trazados de rutas de transporte publico
3	Ubicación de las intersecciones semaforizadas
4	Ascensos de pasajeros en paraderos y estaciones de Transmilenio
5	Estadísticas de siniestralidad
6	Equipamientos (Colegios, Iglesias, Instituciones prestadoras de salud, Parques y jardines)
7	Pares OD principales

Fuente: Elaboración propia (2022)

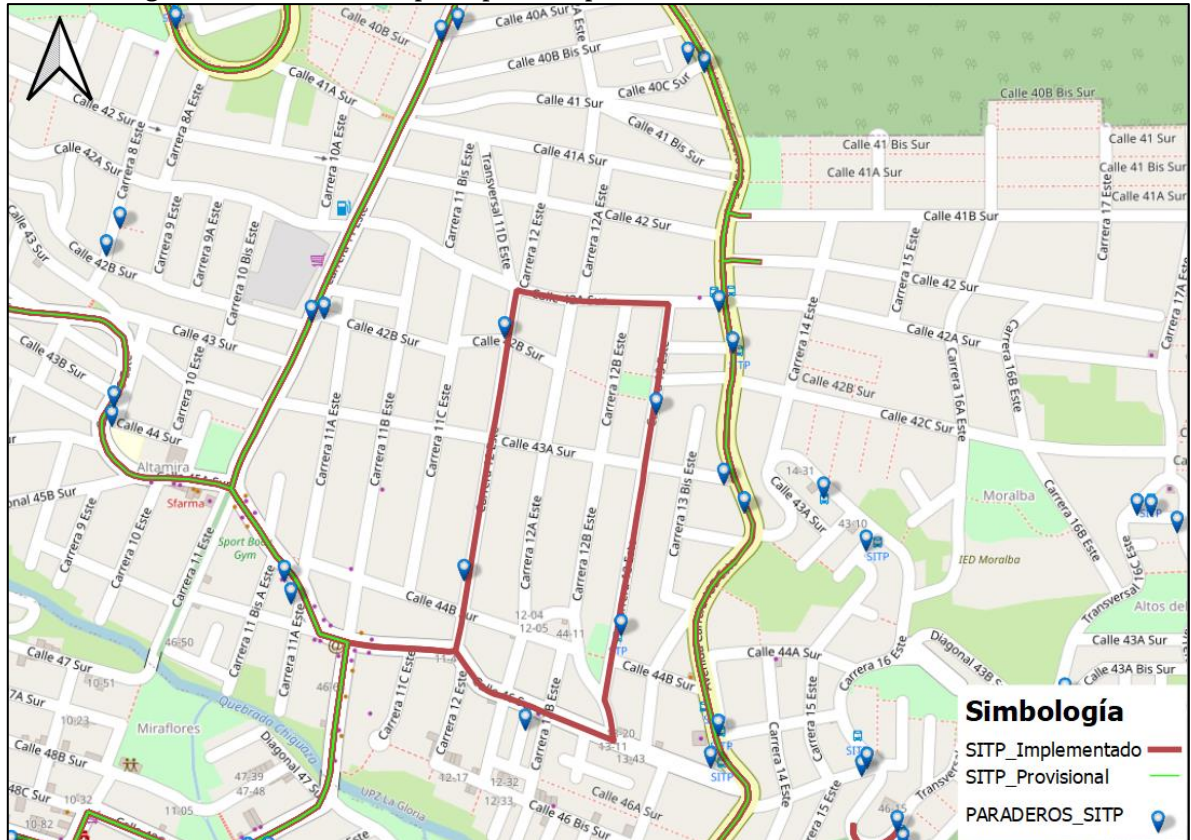
A continuación, se presenta la ubicación geoespacial de cada una de las variables de estudio que se tuvieron en cuenta para la definición del AII.

Figura 13. Malla vial alrededor de la estación de retorno



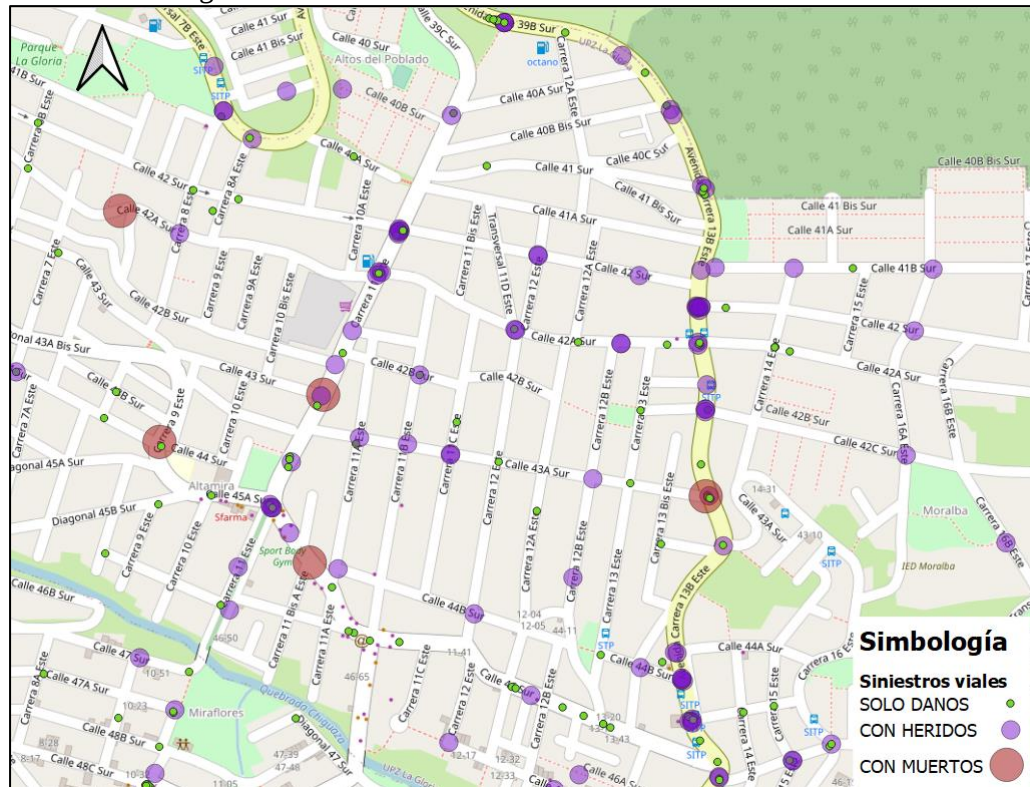
Fuente: Elaboración propia a partir de la información de la SDM (2022)

Figura 14. Rutas de transporte público, paraderos e intersecciones semaforizadas



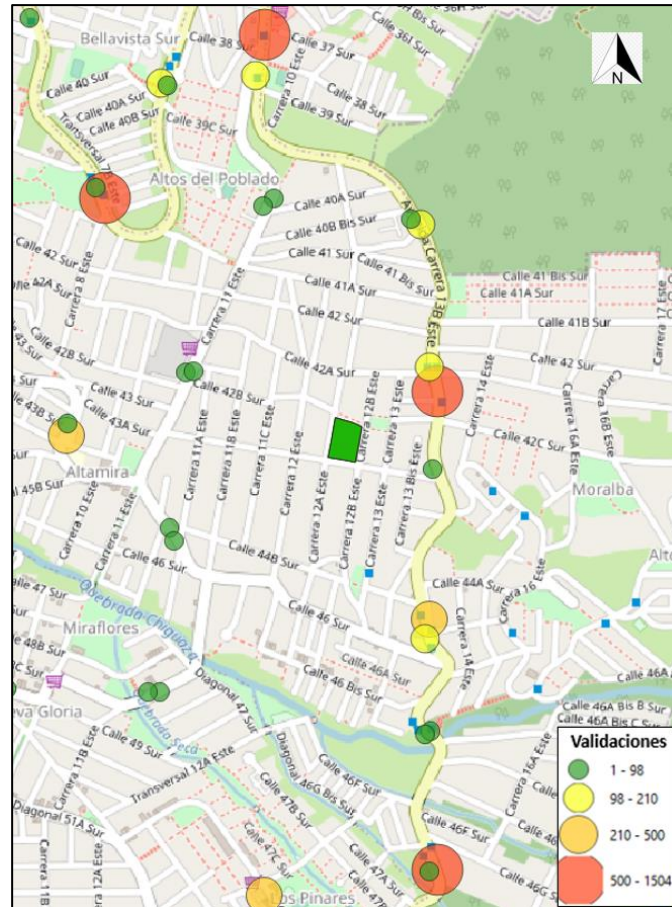
Fuente: Elaboración propia a partir de la información de la SDM (2022)

Figura 15. Siniestralidad alrededor de la estación de retorno



Fuente: Elaboración propia a partir de la información de la SDM (2022)

Figura 16. Validaciones transporte público en paraderos alrededor de la estación de retorno



Fuente: Elaboración propia a partir de la información de la SDM (2022)

La superposición de capas permitió identificar características propias de la zona alrededor del portal, por ejemplo, que la mayoría de las vías vehiculares son de categoría intermedia (Carrera 11 Este, Calle 42 Sur, Calle 42b Sur) y local y la única vía arterial de la zona es la Avenida Carrera 13b Este. También se identificó la presencia de una intersección semaforizada sobre el eje de la Carrera 9 Este con Calle 36L Sur en un sector bastante alejado del área de influencia directa de la futura estación.

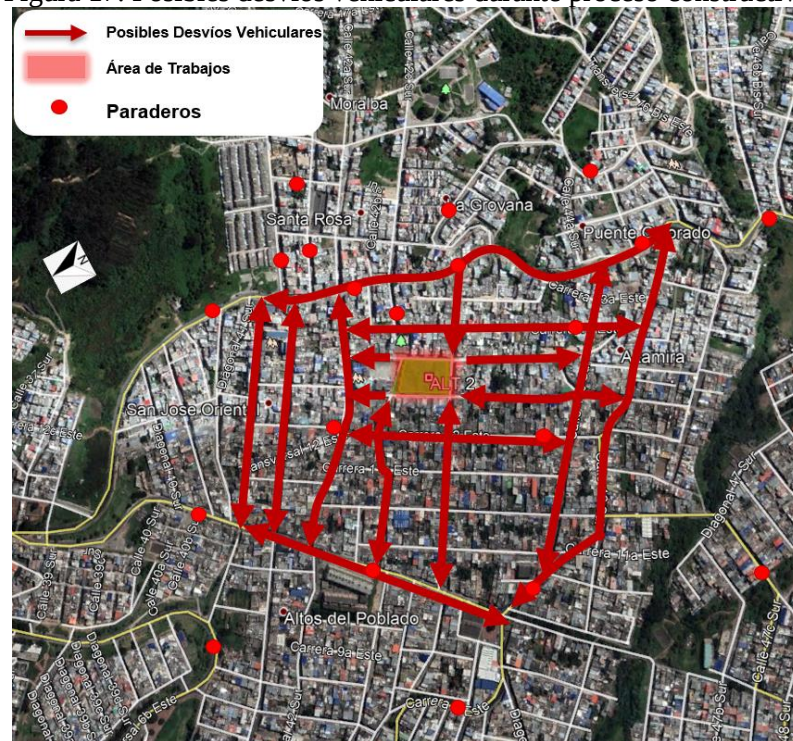
Por otro lado, las rutas del SITP y de los servicios alimentadores circulan principalmente por las Carrera 11 este y Avenida Carrera 13b Este. Además, en la actualidad las rutas del SITP generan un anillo sobre la localización de la estación circulando por las Carrera 12 Este y Carrera 11 Este y subiendo por el tramo de la Calle 42a Sur, lo cual es beneficioso para el proyecto y para la estrategia de buscar una intermodalidad y que en un eventual caso las rutas de transporte público sirvan de alimentación a la estación. también se identifican 2 rutas que circulan por el sector de Moralba pero que dada la configuración actual de sentidos viales no se conectan con el sector de la estación, situación que fue revisada en capítulos posteriores y de esta forma buscar una integración de los habitantes de este sector de una forma directa con la estación.

Los hallazgos mencionados anteriormente son fundamentales para la delimitación del AII ya que van

definiendo intersecciones claves en la configuración operacional de los flujos vehiculares alrededor de la estación.

Como parte del proceso de definición del AII el equipo Consultor hizo un análisis de las posibles trayectorias vehiculares debido a eventuales cierres temporales de los ejes viales que rodean la estación de retorno y que en la actualidad funcionan como vías bidireccionales sin ningún tipo de restricción (ver Figura 17). Ante un posible escenario de cierre la Carrera 12a este o Carrera 12b Este, las Carreras 12 Este y 13 Este se convierten en los principales ejes de comunicación norte – sur para los flujos vehiculares, sin embargo, no ofrecen una continuidad total ya que se cortan con la Calle 42 a Sur y la Calle 44b Sur. Por lo tanto, aparecen los ejes de la carrera 11 Este y Avenida Carrera 13b Este como los principales ejes de conexión directa Norte – Sur y Sur-Norte. Para el eventual caso que las Calles 43 Sur y Calle 43a Sur se cierren de forma temporal, los ejes viales de la Calle 44b Sur, Calle 46 Sur y Calle 42 Sur, ofrecen una conectividad directa en el sentido Oriente – occidente y viceversa. La identificación de estos tramos viales de posibles desvíos o redistribución de flujos, muestran cómo es necesario definir una zona amplia de análisis que se convierte en el AII.

Figura 17. Posibles desvíos vehiculares durante proceso constructivo



Fuente: Elaboración propia a partir de Google Maps (2022)

Cabe aclarar que en este proceso también se tuvieron en cuenta las trayectorias peatonales identificadas desde los polos atractores y generadores que se utilizaron en la delimitación del AID. Todos los análisis anteriores nos muestran alternativas viales de circulación peatonal y desvío vehicular que deben ser tenidas en cuenta en el planteamiento de recomendaciones para la operación de la Estación de Retorno.

Finalmente, otra variable incluida dentro del análisis de la delimitación del AII fue el análisis de demanda realizado por el equipo consultor en la FASE 1 de la presente consultoría, donde mediante el establecimiento de un modelo Logit multinomial y el uso de los datos de viajes entre ZAT de la Encuesta Origen Destino de Hogares de Bogotá EODH-2019 se estimaron unas tasas de captación para los viajes intrazonales, identificando que existen viajes hechos en la actualidad en otros modos como a pie, alimentador, SITP zonal y provisional, taxi e incluso transporte informal que se trasladaran al modo cable. Esto debido principalmente a los ahorros en tiempo que puede ofrecer el cable. En la Tabla 10 se presentan las tasas de captación obtenidas por el equipo consultor para los viajes intrazonales.

Tabla 10. Tasas de captación viajes intrazonales

	VS. ALIMENTADOR	V.S SITP	V.S INFORMAL	V.S A PIE	V.S T. PRIVADO	V.S TP INDIVIDUAL (TAXI)
GENERACIÓN	100%	63%	70%	47%	15%	29%
ATRACCIÓN	100%	61%	68%	26%	12%	34%

Fuente: Análisis de demanda equipo consultor (2022)

Los viajes interzonales también aumentarían hacia las estaciones del cable, pero principalmente hacia la estación de transferencia ubicada al interior del portal 20 de Julio. En el análisis de demanda realizado por el equipo consultor mediante el planteamiento de un modelo Logit multinomial y el uso de los datos de viajes entre ZAT de la Encuesta Origen Destino de Hogares de Bogotá EODH-2019 se estimaron unas tasas de captación para los viajes interzonales, identificando que existen viajes hechos en la actualidad en otros modos como Transmilenio, SITP zonal, alimentador y taxi que serán absorbidos por el cable. Esto se debe principalmente a que son viajes que, aunque su destino final no es el portal 20 de Julio, si lo es en una zona aledaña a este, por lo tanto, su viaje puede ser suplido por el cable. En la Tabla 11 se presentan las tasas de captación obtenidas por el equipo consultor para los viajes interzonales.

Tabla 11. Tasa de captación viajes interzonales

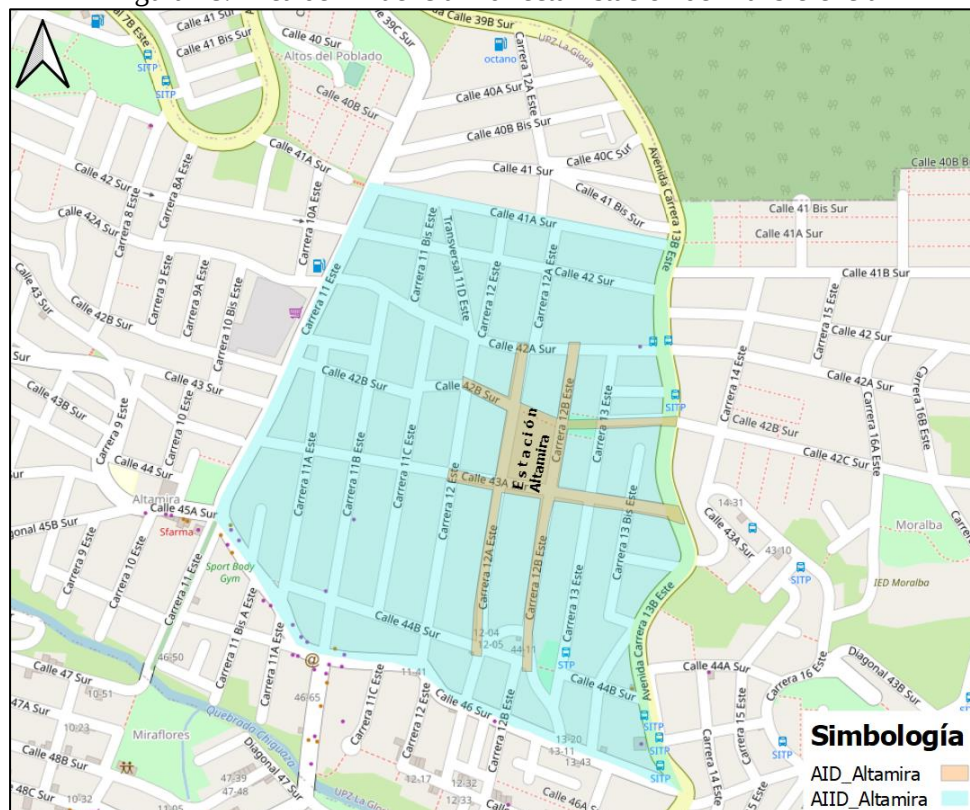
	VS. ALIMENTADOR	V.S. TRANSMILENIO	V.S SITP	V.S TP INDIVIDUAL (TAXI)
GENERACIÓN	35%	100%	28%	16%
ATRACCIÓN	33%	100%	22%	14%

Fuente: Análisis de demanda equipo consultor (2022)

Dichos análisis muestran que un flujo considerable de peatones llegará a la estación atraídos por las bondades (comodidad, rapidez, seguridad, entre otros) que el sistema cable les puede ofrecer para realizar su viaje. Sin embargo, cabe aclarar que la estrategia de captación está soportada con un ajuste de rutas de transporte público que permita captar usuarios de zonas lejanas del AID de la estación y llevarlo hasta la estación bajo un enfoque de alimentación y transbordo.

Con base en los análisis mostrados anteriormente se definió el AII como la zona acotada al norte por la Calle 41ª Sur, al sur por la Calle 46 Sur, al oriente por la Avenida Carrera 13b Este y al occidente por la Carrera 11 Este. A continuación, se muestra el AII:

Figura 18. Área de Influencia Indirecta Estación de Transferencia



Fuente: Elaboración propia (2022)

Finalmente se puede concluir que el AII está definida como una zona amplia, que abarca más allá de los sectores de acceso peatonales a la estación y sus intersecciones viales involucradas. Dentro de esta área se considera la posible afectación por una eventual redistribución de flujos motorizados y de transporte público, así como desvíos que puedan generarse durante el proceso constructivo y en la posterior entrada en operación de la estación, así como la integración con el Sistema Integrado de Transporte Público (SITP). Además, dentro de esa zona solo se evalúan indicadores operacionales para los flujos motorizados donde se contaba con información disponible y no se hace una evaluación intersección por intersección como si se realiza en el AID, entendiendo que los efectos causados por la congestión, demoras y demás condiciones preexistentes del tránsito en la zona, aunque pueden verse incrementados por la implementación de la estación no entrarán en el proceso de diseño a detalle que si se realiza en el AID. Sin embargo, lo anterior no significa que en el AII el presente Estudio de Tránsito y Transporte no establezca medidas de mitigación ante los eventuales impactos que se puedan producir tanto en los flujos no motorizados como motorizados, por el contrario, se hará su identificación y se generarán una serie de recomendaciones e intervenciones que permitan orientar a la administración distrital para un futuro proceso de diseño e implementación de dichas medidas.

➤ *Conclusión acerca de la definición de las áreas de influencia directa e indirecta*

La definición del Área de Influencia Directa (AID) tuvo en cuenta fundamentalmente la identificación de los sectores principales (intersecciones y andenes) por donde accederán los futuros usuarios a la estación por el eje vial de la Carrera 12b Este. Por lo tanto, para ingresar a ella los flujos peatonales y de bici-usuarios confluirán principalmente por las intersecciones de la Carrera 12a Este con Calle 42a Sur, Carrera 12a Este con Calle 43a Sur, Carrera 12a Este con Calle 43 Sur, Carrera 12b Este con Calle 42a Sur y Carrera 12b Este con Calle 43a Sur

Otro factor que se tuvo en cuenta en la delimitación de esta zona fue la identificación de los principales polos generadores y atractores de viaje ubicados alrededor de la manzana en la que se ubicará la estación. Una vez identificados se realizó una reconstrucción de las trayectorias peatonales desde y hacia este sector, con lo cual se identificaron los principales puntos por donde los peatones acceden al corredor de la Carrera 12b Este. Dichos puntos corresponden a las intersecciones que fueron mencionados en el párrafo anterior. Por lo tanto, el AID quedó definida sobre el corredor de la Carrera 12b Este entre las intersecciones de la Calle 42a Sur y Calle 44b Sur, el corredor de Carrera 12a Este entre las mismas calles mencionadas anteriormente, así como las Calle 43a Sur y Calle 43 Sur entre carrera 12 este y Avenida Carrera 13b Este (ver Figura 12) y es en esta zona dentro de la cual la actual consultoría principalmente realizó el diseño de las medidas de solución que deberán implementarse para la operación de la futura estación y que garantizarán la accesibilidad peatonal y de ciclo usuarios a las estaciones, asegurando condiciones de capacidad y seguridad vial adecuada, en armonía con la infraestructura existente.

Para la definición del Área de Influencia Indirecta (AII) además de la definición de trayectorias peatonales desde y hacia los polos atractores y generadores de viajes, también se realizó un análisis y superposición de capas de información relacionada con categorías viales, rutas y paraderos de transporte público, identificación de intersecciones semaforizadas, localización y estadísticas de siniestralidad. Adicionalmente se identificaron posibles desvíos provocados por una eventual redistribución de flujos producto de una medida de mitigación del impacto en la movilidad peatonal y vehicular por la implantación de la estación. Por lo tanto, el AII al norte por la Calle 41ª Sur, al sur por la Calle 46 Sur, al oriente por la Avenida Carrera 13b Este y al occidente por la Carrera 11 Este. Finalmente, en esta zona solo se evalúan indicadores operacionales para los flujos motorizados donde se contaba con información disponible y no se hace una evaluación intersección por intersección como si se realiza en el AID, entendiendo que los efectos causados por la congestión, demoras y demás condiciones preexistentes del tránsito en la zona, aunque pueden verse incrementados por la implementación de la estación no entrarán en el proceso de diseño a detalle que si se realiza en el AID, sin embargo, el estudio define un conjunto de recomendaciones y estrategias para asegurar accesibilidad y disminuir los eventuales impactos producidos por la futura estación.

7.3 ÁREA DE INTERVENCIÓN DEL CONTRATO IDU 1630/2020

Es importante destacar que las áreas de influencia directa e indirecta, presentadas en los apartados anteriores, serán utilizadas para adelantar los correspondientes análisis de Tránsito y Movilidad para el Proyecto, sin embargo, estos difieren del área de intervención de los diseños contratados en la ejecución del presente Contrato de Consultoría.

Esta área está comprendida únicamente por la manzana en la cual será construida cada estación y se extiende hasta el paramento de los andenes opuestos. De esta manera, el área de intervención se divide en dos componentes: el primero, denominado como zona de diseño y construcción, involucra solo la manzana de implementación y, el segundo, denominado zona de rehabilitación, se compone de los andenes del frente de cada costado de la estación. La siguiente figura, señala el área de intervención del Contrato IDU 1630/2020.

Figura 19. Área de intervención Contrato IDU 1630/2020



Fuente: Elaboración propia a partir de Google Maps (2022)

8 RECOPIACIÓN DE INFORMACIÓN PRIMARIA

El tercer paso de la metodología para la caracterización de la demanda de los usuarios motorizados y no motorizados fue la recolección de información primaria en puntos de prioridad alta deducidos de la información secundaria y de la definición de área de influencia directa e indirecta; en estos puntos se recolectó la siguiente información:

- *Aforos vehiculares:* Se realizaron conteos vehiculares sobre las intersecciones del área de influencia del proyecto que se presentan más adelante, consideradas en su nivel, ya sea maestra por su grado de importancia y altos flujos en materia de tránsito sobre la red vial o estaciones específicas consideradas así por manejar flujos vehiculares intermedios en materia de tránsito sobre la red vial y que se encuentran ubicadas estratégicamente para la expansión de los datos.

Estos aforos recolectaron información de cantidad de vehículos que hacen uso de la infraestructura por clasificación vehicular desagregándolos por movimientos direccionales y periodos horarios dentro del área de influencia.

En las intersecciones seleccionadas, se aforarán todos los movimientos que se encuentren permitidos y se realizará la clasificación vehicular en las siguientes categorías:

- Autos livianos (incluye autos, camperos, camionetas, SUV's y taxis),
- Buses (vehículo de transporte público como microbuses y buses),
- Camiones pequeños (C2G, C2G, C3 y C4),
- Camiones grandes (C5 y >C5),
- Motos,
- Bicicletas,
- Bicitaxis y Mototaxis.

Posteriormente, con la información obtenida, se realizó la cuantificación del flujo en vehículos equivalentes mediante la utilización de los factores de conversión utilizados por la SDM en el programa de monitoreo del tránsito y del transporte para los buses, camiones, BRT, motocicletas y bicicletas.

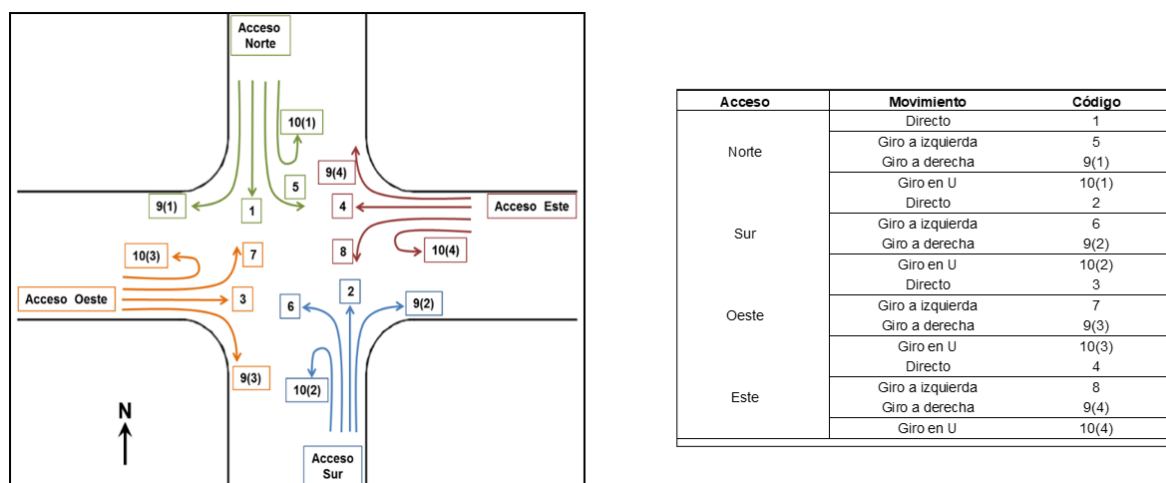
Antes de proceder con el procesamiento de la información recolectada de aforos vehiculares, se realizó un procedimiento de desestacionalización de resultados, utilizando la información de las estaciones maestras tanto de los datos levantados por el Consultor como de los datos del Plan de Monitoreo de Bogotá (se pudo constatar que las dos estaciones de toma de información primaria coinciden con estaciones del Plan de Monitoreo), con el fin de validar, en caso de que se presenten diferencia marcadas con la línea tendencial, si el efecto de emergencia sanitaria por la COVID-19 generaría resultados atípicos. Ante un eventual caso donde se identifiquen variaciones relevantes (mayores al 10%), se realizaría un ajuste de la información recolectada por el Consultor, tomando como base la información de la SDM del año 2019 (considerado típico) y escalando los volúmenes capturados a los valores de dicho año de referencia mediante la determinación de un factor de ajuste resultante de la relación de flujo con y sin efecto de la COVID-19, es decir la información levantada por el Consultor vs la de la SDM.

Luego de realizar la anterior validación, la información recolectada de aforos vehiculares se procesó y se generaron los siguientes resultados:

- Volúmenes para períodos de 15 minutos, para cada día y para cada acceso y salida en vehículos mixtos y equivalentes y clasificados por movimiento y tipo de vehículo,
- Volúmenes para períodos de 15 minutos, utilizados para el análisis (día pico), en vehículos mixtos y equivalentes y clasificados por movimiento y tipo de vehículo,
- Volúmenes horarios para cada acceso y para la intersección, clasificados por movimiento y tipo de vehículo y totalizados en vehículos mixtos y equivalentes,
- Distribución horaria en vehículos mixtos y equivalentes en los accesos y salidas de cada intersección y para la intersección,
- Volumen total para el período de conteo,
- Composición vehicular tanto para las horas pico como para los periodos de aforo,
- Histogramas de volúmenes horarios,

Para la toma de información primaria de aforos vehiculares se utilizó la metodología de vídeo aforos partió de una codificación de los giros permitidos en cada intersección utilizando la numeración por grupos de movimientos propuesta en el Manual de Planeación y Diseño para la Administración del Tránsito y Transporte, Segunda edición 2005 – Tomo III – Alcaldía Mayor de Bogotá D.C. – Secretaría de Tránsito y Transporte (Ver Figura 20), aforando mediante cámaras de vídeos, para posteriormente registrarlos en los formatos definidos para dicho fin. Cabe la pena aclarar que los posteriores análisis de la información de los aforos se realizaron por acceso en cada intersección como insumo principal para el modelo de micro simulación.

Figura 20. Representación esquemática de los movimientos en una intersección



Fuente: Manual de Planeación y Diseño para la Administración del Tránsito y Transporte, Segunda edición 2005 – Tomo III – Alcaldía Mayor de Bogotá D.C. – Secretaría de Tránsito y Transporte

- **Aforos Peatonales:** Los aforos peatonales se realizaron sobre las mismas estaciones y periodos que se seleccionaron para los aforos vehiculares. Estos aforos recolectaron información de cantidad de peatones desagregándolos por movimientos direccionales y periodos horarios.

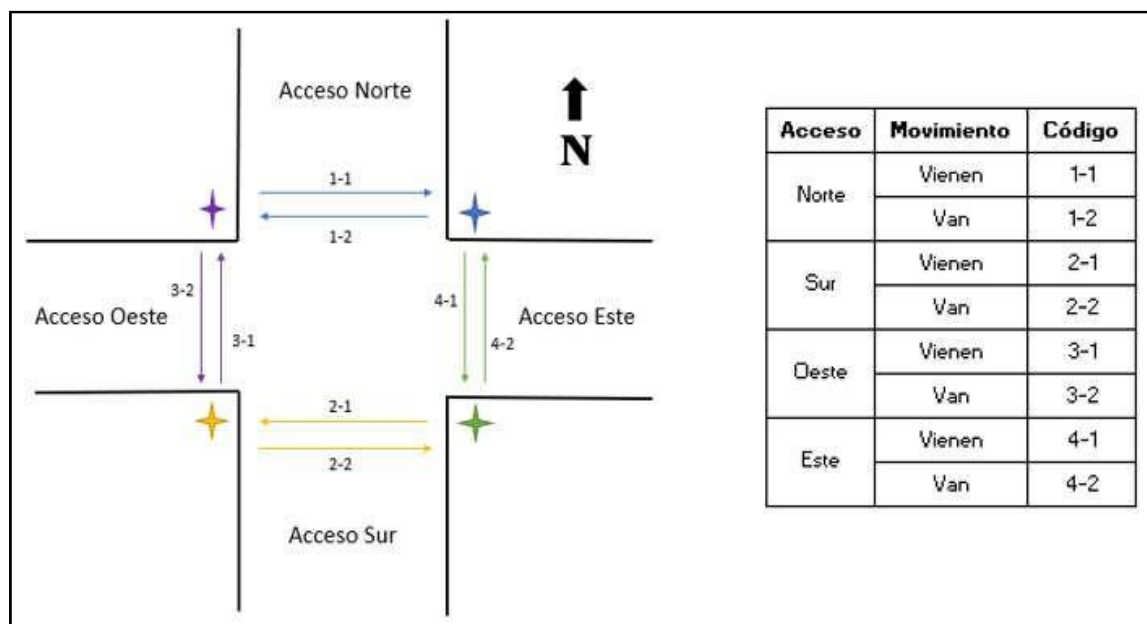
La información recolectada de aforos peatonales se procesó y se generaron los siguientes resultados,

previo un proceso de validación y desestacionalización similar al que se realiza a los aforos vehiculares:

- Totalización de los conteos por sentido y por acceso para intervalos de 15 minutos,
- Elaboración de tablas y esquemas resumen,
- Volúmenes para períodos de 15 minutos, para cada día y para cada acceso clasificado por movimiento,
- Volúmenes para períodos de 15 minutos, utilizados para el análisis (día pico), para cada día y para cada acceso clasificados por movimiento,
- Volúmenes horarios para cada acceso y para la intersección, clasificados por movimiento,
- Volumen horario máximo por acceso y para la intersección Hora de máxima demanda por acceso y para la intersección,
- Volumen total para el período de conteo,
- Histogramas de volúmenes horarios,

En los aforos peatonales se registrará la información teniendo en cuenta la codificación de movimientos y la numeración por grupos peatonales propuesta en el Manual de Planeación y Diseño para la Administración del Tránsito y Transporte de la SDM (ver Figura 21).

Figura 21. Codificación movimientos peatonales



Fuente: Manual de Planeación y Diseño para la Administración del Tránsito y Transporte, Segunda edición 2005 – Tomo III – Alcaldía Mayor de Bogotá D.C. – Secretaría de Tránsito y Transporte

- *Estudio de Longitudes de cola en Intersecciones:* Esta información es fundamental para la calibración de los modelos micro y la evaluación de las soluciones propuestas. Para ello se realizaron mediciones de colas (longitud) y demoras por medio de sobrevuelos con dron en periodos de 15 minutos y durante el periodo punta modelado. A partir de esta información se pudo evaluar paradas de autobuses y maniobras de ascenso y descenso (vehículos, taxis, buses), así como la ubicación de las entradas y salidas de las estaciones del cable, de los paraderos y las

intersecciones son variables de diseño, entre muchos otros elementos del diseño de la zona de influencia de la estación.

Los puntos seleccionados para los aforos vehiculares y peatonales se muestran en la siguiente tabla:

Tabla 12. Fechas y periodos de toma de información

Código Estación	Localización	Tipo	Día	Horas	Fecha
M3	Carrera 13b Este x Calle 42a Sur	Maestra	Típico	(6 AM – 6 AM) 24 h	9/06/2021
			Atípico	(6 AM – 10 PM) 16 h	12/06/2021
M4	Carrera 11 Este x Calle 42 Sur	Maestra	Típico	(6 AM – 6 AM) 24 h	9/06/2021
			Atípico	(6 AM – 10 PM) 16 h	12/06/2021
E31	Calle 43a Sur x Carrera 12a Este	Específica	Típico	(6 AM – 10 PM) 16 h	9/06/2021
			Típico	(6 AM – 10 PM) 16 h	10/06/2021
			Atípico	(8 AM – 6 PM) 10 h	12/06/2021
E33	Carrera 13b Este x Calle 42c Sur	Específica	Típico	(6 AM – 10 PM) 16 h	9/06/2021
			Típico	(6 AM – 10 PM) 16 h	10/06/2021
			Atípico	(8 AM – 6 PM) 10 h	26/06/2021
E34	Carrera 13b Este x Calle 43a Sur	Específica	Típico	(6 AM – 10 PM) 16 h	9/06/2021
			Típico	(6 AM – 10 PM) 16 h	10/06/2021
			Atípico	(8 AM – 6 PM) 10 h	12/06/2021

Fuente: Elaboración propia (2022)

En la Figura 22, se muestran la localización de las intersecciones de toma de información de aforos vehiculares, peatonales y colas. En la siguiente figura se muestran los giros vehiculares aforados por acceso en las estaciones de conteo definidas y en la Figura 24 se muestran los giros peatonales aforados.

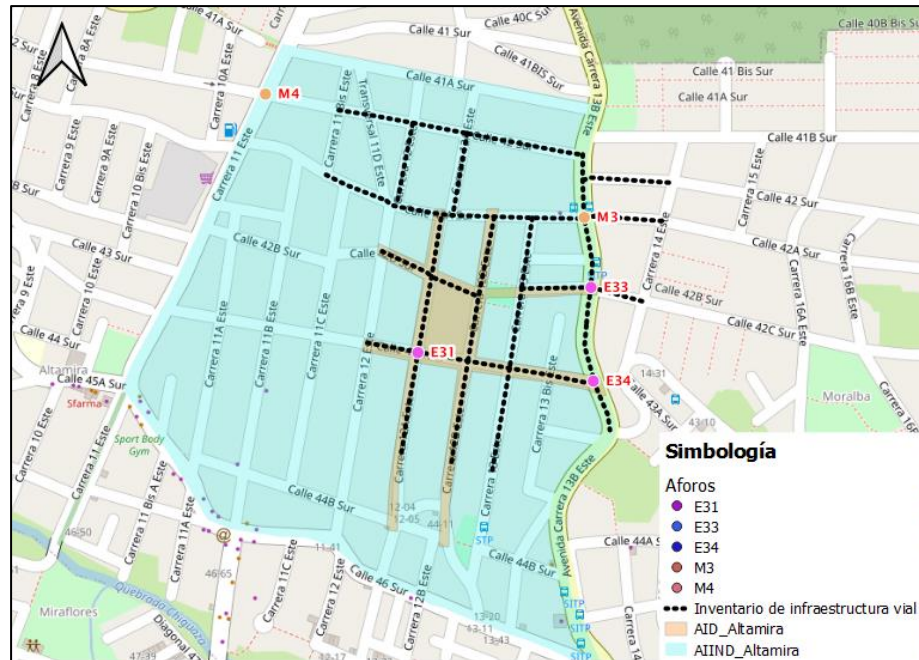
Además de la información primaria mencionada anteriormente, dentro del AID se hizo recopilación de información relacionada con:

- *Estudio de velocidades y tiempos de recorrido:* Se realizó la medición de velocidades y tiempos de recorridos de las principales vías del área de influencia del proyecto y sobre aquellas cercanas a las estaciones propuestas en la etapa de factibilidad. Este estudio se llevó a cabo mediante la consulta de plataformas digitales, tales como Google Maps, y una aplicación desarrollada por el propio Consultor para extraer la información histórica de la velocidad del tráfico sobre la red de interés para diferentes periodos del día.
- *Inventario de Infraestructura vial:* En este estudio se identificaron los componentes físicos y operacionales de la red vial de estudio, los elementos de señalización vial, semaforización del área de influencia del proyecto. Para el caso de la red vial se identificarán los sentidos de circulación, clasificación vial, movimientos permitidos, estado de la infraestructura, medición de secciones transversales, entre otros y para el caso de la señalización y semaforización se identificarán tipo de elemento, cantidad, clasificación, ubicación, estado físico.

Para el inventario de señalización vial y semaforización se partió del inventario más reciente

disponible en los archivos digitales de la Administración Distrital y se realizaron recorridos en campo con el fin de corroborar la información contenida en el inventario, actualizando el estado y ubicación de la señalización y los semáforos y complementando los elementos que eventualmente no estén dentro del inventario del Distrito.

Figura 22. Puntos de toma de información primaria



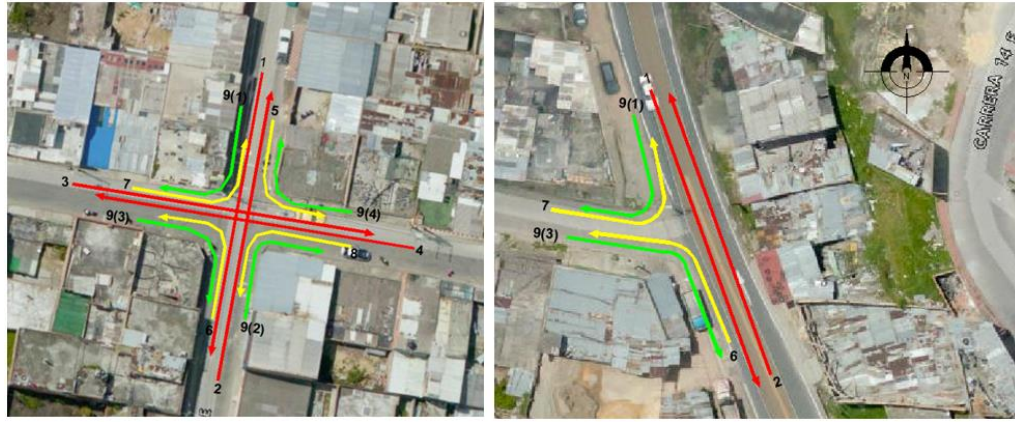
Fuente: Elaboración propia (2022)

Figura 23. Giros vehiculares aforados estación E33 (izquierda) y M3 (derecha)



Fuente: Elaboración propia (2022)

Figura 24. Giros vehiculares aforados estación E31 (izquierda) y E34 (derecha)



Fuente: Elaboración propia (2022)

Figura 25. Giros vehiculares aforados estación M4



Fuente: Elaboración propia (2022)

Figura 26. Giros peatonales aforados estación M3 (izquierda) y M4 (derecha)



Fuente: Elaboración propia (2022)

Figura 27. Giros peatonales aforados estación E31 (izquierda) y E33 (derecha)



Fuente: Elaboración propia (2022)

Figura 28. Giros peatonales aforados estación E34



Fuente: Elaboración propia (2022)

En términos de infraestructura se revisó la base de oferta vial en el sector, identificando sus características operacionales y el estado actual de las mismas. Las características que se determinarán para la infraestructura existente son las siguientes:

- Tipo de vía
- Carácter de la vía
- Caracterización de la sección transversal
- Pasos peatonales y andenes
- Número y ancho de carriles
- Ciclo-infraestructura existente
- Localización de paraderos de transporte público

En la Figura 22 también se muestran los tramos viales donde se levantó la información mencionada anteriormente.

8.1 CONSIDERACIONES PARA LA TOMA DE INFORMACIÓN DE CAMPO

En primer lugar, vale la pena resaltar que los estudios de campo son de gran importancia para poder generar un diagnóstico confiable ya que, con la información recolectada, se sustenta no solo la estructuración técnica del proyecto, sino también financiera, esta última relacionada estrechamente con la demanda del transporte para el nuevo sistema complementario de transporte público que será el Cable Aéreo San Cristóbal.

La información básica para la posterior caracterización de los modelos de micro simulación requeridos para el desarrollo del Estudio de Tránsito y Transporte proviene de la ejecución de los estudios técnicos desarrollados en la *Campaña de Toma de Información en Campo*. Esta sección contiene el proceso de toma de información en campo en donde se detalla la planeación de la campaña, consideraciones de los estudios realizados y particularidades generales de la misma.

Esta toma de información de campo se realizó a través de cámaras de video instaladas en las intersecciones de estudio que fueron presentadas anteriormente y durante los días y periodos señalados. Posteriormente, la información recolectada se afora y digitaliza mediante trabajo de oficina a través de un grupo de aforadores que observan los videos y registran los datos en medio digital, desagregándolos por tipo, movimientos direccionales y periodos de 15 minutos.

A continuación, se muestra un ejemplo del formato donde se capturará la información en oficina vehicular y peatonal respectivamente. Cabe aclarar que la localización de las cámaras de vídeo, se debía hacer en puntos estratégicos, para alcanzar alturas mayores a los 2 metros. Las cámaras son custodiadas y monitoreadas a través de Wi-Fi por personal de campo.

Figura 29. Ejemplo del formato para la captura de información vehicular

Estación: Dirección Tipo estación		E11 Cra 5a - Cde 30a Sur Específica	Fecha de Aforo Día Horario		8/05/2021 Atípico 8am - 6pm	Video Aforador	Grupo 1		
INTERVALO	MOVIMIENTO	LIVIANOS	BUSES PEQUEÑOS	BUSES GRANDES	CAMIONES PEQUEÑOS (C2 - C3 - C4)	CAMIONES GRANDES (C4 - C5 - >C5)	MOTOS	BICICLETA	BICITAXI
									
8:00 - 8:15	1								
	8								
	4								
	9(3)								
8:15 - 8:30	1								
	8								
	4								
	9(3)								
8:30 - 8:45	1								
	8								
	4								
	9(3)								
8:45 - 9:00	1								
	8								
	4								
	9(3)								
9:00 - 9:15	1								
	8								
	4								
	9(3)								
9:15 - 9:30	1								
	8								
	4								
	9(3)								
9:30 - 9:45	1								
	8								
	4								
	9(3)								
9:45 - 10:00	1								
	8								
	4								
	9(3)								
10:00 - 10:15	1								
	8								
	4								
	9(3)								

Fuente: Elaboración propia (2022)

Figura 30. Ejemplo del esquema tipo del formato de aforo peatonal

Estación:	E11	Fecha de Aforo	8/05/2021	Video Aforador	Grupo 1			
Dirección	Cra 5a - Clle 30a Sur	Día	Atípico					
Tipo estación:	Específica	Horario	8am - 6pm					
INTERVALO	1 - 1	1 - 2	2 - 1	2 - 2	3 - 1	3 - 2	4 - 1	4 - 2
8:00 - 8:15								
8:15 - 8:30								
8:30 - 8:45								
8:45 - 9:00								
9:00 - 9:15								
9:15 - 9:30								
9:30 - 9:45								
9:45 - 10:00								
10:00 - 10:15								
10:15 - 10:30								
10:30 - 10:45								
10:45 - 11:00								
11:00 - 11:15								
11:15 - 11:30								
11:30 - 11:45								
11:45 - 12:00								

Fuente: Elaboración propia (2022)

En los vídeo aforos peatonales se registró la información teniendo en cuenta la codificación de movimientos y la numeración por grupos peatonales propuesta en el Manual de Planeación y Diseño para la Administración del Tránsito y Transporte de la SDM (ver *Figura 20* y *Figura 21*).

➤ Capacitación de personal de campo y digitadores de video

El reclutamiento de supervisores de campo se realizó a partir de la base de datos de personal que colabora de manera periódica con Cal y Mayor y Asociados, de esta forma se creó una divulgación masiva de la oportunidad de incorporación de personal de la localidad de San Cristóbal con el fin de hacerlos partícipes de este proyecto que traerá grandes beneficios para su comunidad. Obteniendo un reclutamiento del cien por ciento del personal requerido con un amplio conocimiento del comportamiento del tráfico de la zona.

De acuerdo con los tiempos establecidos para la correcta toma y digitalización de la información de campo, se capacitó un equipo de 6 personas. La elaboración del trabajo se llevó a cabo de manera virtual, asignando la información de forma estratégica para abordar el tiempo de grabación de 40 horas para las estaciones maestras M3 y M4; y 42 horas para las estaciones específicas E31, E33 y E34 de acuerdo al cronograma del proyecto y que no afectará procesos posteriores de validación y análisis. Finalmente, para la validación de información de manera preliminar fue analizada por el cuerpo técnico supervisor de los equipos de grabación y posteriormente con la información de los puntos de monitoreo de la Secretaría Distrital de Movilidad de Bogotá, realizando el respectivo ajuste de la información mediante factores de expansión para proyectar los datos a fecha del 2021.

La calidad de la información de los trabajos de digitalización depende en gran medida de la capacidad que tiene cada uno de los aforadores para diligenciar de forma correcta los formatos de vídeo aforo; los vídeo aforadores estaban más relacionados con la fuente de la información que los mismos supervisores o coordinadores, por este motivo fue necesario dar una capacitación clara y precisa del alcance del proyecto e infundir el sentido de responsabilidad por la labor a realizar y aclarar los

	<i>ACTUALIZACIÓN, AJUSTES Y COMPLEMENTACIÓN DE LA FACTIBILIDAD Y LOS ESTUDIOS Y DISEÑOS DEL CABLE AÉREO EN SAN CRISTÓBAL, EN BOGOTÁ D.C.</i>	
---	--	---

términos y condiciones del contrato marco de este proyecto.

La jornada de capacitación se realizó virtual para los estudios de campo cumpliendo con los requerimientos de bioseguridad necesarios, previamente a estas capacitaciones se realizaron mesas de trabajo con los supervisores en donde se capacitaron y se retroalimentaron con la visión que se tenía de cómo ejecutar el trabajo. En las diferentes capacitaciones que se realizaron de manera virtual se explicó:

- La tipología vehicular acorde con la categorización establecida en la toma de información primaria y que coincidía con la clasificación utilizada en los aforos del Plan de Monitoreo de la SDM.
- Los giros de acuerdo con la Figura 20 y Figura 21, realizando el ejercicio de identificación previa de cada intersección mediante una visita en terreno.
- La correcta instalación de las cámaras y los problemas comunes evidenciados durante la experiencia del equipo consultor en otros proyectos, qué medidas tomar en caso se presentarse, con el fin de disminuir al máximo cualquier interferencia en la captura de actores viales durante el periodo de toma de información.

Adicionalmente, se realizaron ejercicios de grabaciones entre 5 a 10 minutos para tener la certeza de la comprensión de la capacitación y retroalimentación de cada estudio a realizar con el fin de solventar dudas o inquietudes. De igual forma se desarrolló la metodología para el personal que realizó el inventario de la infraestructura vial.

Finalmente, durante el proceso de toma de información por medio de cámaras de vídeo se dotó a cada supervisor de las cámaras con documentos que los identificaba como miembros del equipo de trabajo, esto con el fin de generar confianza en las autoridades locales, comunidad de la localidad y la población en general proveniente de otras localidades de la ciudad. De la misma manera se dotó al personal con elementos de trabajo básicos para cada una de las actividades y elementos de seguridad y de bioseguridad importantes para minimizar los riesgos del personal físico y de contagio ante la posibilidad de contagio por la COVID-19 y propagación del mismo dentro de su grupo familiar y social.

9 CARACTERIZACIÓN FÍSICA Y OPERACIONAL DEL TRÁNSITO

Para el desarrollo del objeto del Estudio de Tránsito y Transporte se requirió adelantar una toma de información primaria con el fin de contar con datos que posteriormente se combinaron con la información secundaria y aportó en la identificación de los efectos que podría ocasionar la puesta en operación de la Estación de Retorno sobre los patrones de movilidad de flujos motorizados y no motorizados en el área de influencia directa e indirecta, y de esta forma proponer los ajustes correspondientes.

Para el procedimiento de los trabajos de campo, se aplicó la Metodología del Estudio de Tránsito y Transporte entregada y aprobada en la FASE 1 del actual proyecto de consultoría. En primera instancia, se llevó a cabo el reconocimiento físico de puntos estratégicos para la toma de información y donde se pudiera realizar la validación y complementación con los datos provenientes de las estaciones del Plan de Monitoreo establecidas por la Secretaría Distrital de Movilidad de Bogotá. Para ambos tipos de flujos (motorizados y no motorizados), se caracterizaron componentes tanto de oferta como de demanda, para la zona de influencia directa e indirecta, en su condición actual (año base 2021), a partir de todo el marco de información primaria y secundaria recolectada en las fases anteriores para cada uno de los tramos que fueron definidos y las correspondientes inspecciones de campo.

En términos de oferta, se realizó la caracterización física del área de influencia, la cual correspondió a un análisis general de la red vial, la infraestructura peatonal, los equipamientos y los centros de generación y atracción de los viajes. Se contempló todo lo relacionado a las vías arteriales, intermedias y locales existentes que cruzan la zona de influencia. Esta caracterización física fue la base para la identificación de los principales elementos tangibles que componen la oferta de infraestructura vial de la zona para flujos motorizados y no motorizados, esenciales para comprender posteriormente su interacción con la demanda de usuarios que circulan por la estación proyectada. Desde esta perspectiva, interesó conocer aspectos como: el tipo de vías que componen la zona, las secciones transversales, los equipamientos, la cantidad de intersecciones, entre otros.

De igual manera, en términos de oferta, a partir de las visitas de campo y toda la información secundaria disponible, se adelantó la caracterización operacional de cada tramo. De esta forma, se identificaron los aspectos más relevantes dentro de la zona de influencia del proyecto, con los cuales se buscó una mejor comprensión acerca de las condiciones funcionales actuales en términos de movilidad y oferta de transporte en donde se destacan los sistemas de transporte de la zona, pasos peatonales, señalización, sentidos viales, paraderos de transporte público y demás aspectos operacionales de importancia.

Desde el componente de demanda, se determinó la caracterización del tránsito de la zona por lo que fue de suma importancia realizar un análisis con base a la información primaria y secundaria para comprender y caracterizar el comportamiento del tránsito de la zona. Con base en lo anterior, la caracterización se llevó a cabo a partir del procesamiento de información secundaria que fue útil para la elaboración del estudio de tránsito.

Como resultado de esos componentes de caracterización se obtuvo un adecuado análisis y

conocimiento de la zona del proyecto, pues se abarcaron todos los aspectos de interés, de forma que no se escapó ningún elemento importante, pues todos se encuentran catalogados en los diferentes tipos de caracterización, dando una idea detallada de la operación en la zona por los diferentes actores y se logró tener una idea a grandes rasgos de lo que implicaría la elaboración de un proyecto de esta magnitud.

También se incluyó una caracterización de la accesibilidad y conectividad actual de la zona a partir de la información recolectada por el Consultor, identificando los volúmenes de usuarios que circulan por la zona de influencia del proyecto y las facilidades de infraestructura que les es ofrecida tal como rampas, accesos, puentes, pasos protegidos, entre otros. Este entendimiento permitió plantear, posteriormente, las soluciones adecuadas durante la fase de evaluación de alternativas de modo tal que se garantice la accesibilidad al proyecto, proporcionando niveles de servicio adecuado para los usuarios. Así mismo, se revisó la siniestralidad y se determinaron los puntos críticos. A partir de este análisis, se procedió a definir las medidas de solución que plantean en la zona de estudio.

Posteriormente, con base en esta caracterización de la oferta y la demanda para flujos motorizados y no motorizados, se construyó el modelo de simulación microscópica que permitió representar, evaluar y modificar las condiciones futuras de operación del tránsito en el área de influencia directa. A continuación, se detallan los resultados obtenidos de la caracterización de la oferta y la demanda de los flujos motorizados y no motorizados en el área de influencia de la Estación de Retorno. Cabe precisar que las actividades están agrupadas en flujos motorizados y no motorizados para facilitar su seguimiento, sin embargo, los análisis se realizaron bajo un enfoque integral que evalúa la interacción de todos los actores viales.

9.1 DIAGNÓSTICO DE LOS FLUJOS NO MOTORIZADOS

El nuevo modelo de ciudad que se proyecta a futuro para la ciudad de Bogotá, se enmarca en alcanzar una movilidad integral donde todos los actores viales puedan interactuar entre sí bajo un esquema eficiente y sostenible. El criterio fundamental de este estudio y que será factor determinante para la identificación de conflictos y acciones a corregir en pro de mejorar y promover los modos de transporte más eficientes, incluyentes y sostenibles con el medio ambiente y los usuarios que realizan sus viajes en caminata y bicicleta, se basa en las líneas de acción establecidas en el objetivo 11 “Ciudades y comunidades sostenibles” de los 17 Objetivos de Desarrollo Sostenible de las Naciones Unidas. También encaminándonos a la nueva política nacional de movilidad urbana y regional aprobada a través del documento CONPES 3991 en abril del 2020 que emite los *“lineamientos para contribuir con el desarrollo económico ambientalmente sostenible, el aumento de la accesibilidad a los servicios de transporte urbanos y regionales y el alcance de la equidad social y la calidad de vida de los ciudadanos.”*

Una vez teniendo la claridad de los criterios, se construyó el diagnóstico de los flujos no motorizados considerando su interacción con los flujos motorizados. Se partió de la caracterización de la oferta y demanda, basados en la información secundaria disponible, aforos e inspecciones de campo.

La caracterización de la oferta de la infraestructura peatonal y ciclista comprendió una inspección visual y medición de anchos de andenes y bici carriles dentro del área de influencia directa; de manera complementaria para tener un conocimiento del área de influencia indirecta, se recurrió a la base de datos del Instituto de Desarrollo Urbano (IDU), y de la Secretaría Distrital de Movilidad Distrital de Bogotá. Lo anterior permitió caracterizar los siguientes elementos:

- Localización, característica físicas y estado de la infraestructura peatonal en el área de influencia directa e indirecta, tales como: andenes, paraderos de transporte público, cebras en intersecciones, cambios considerables en características físicas de los andenes e identificación de conflictos con otros actores.
- Identificación de puntos y elementos de conflicto

De acuerdo con lo anterior, se logró contextualizar la disponibilidad de infraestructura para peatones y ciclistas dentro del área de estudio de la estación de retorno, con la respectiva identificación de todos los elementos que componen el entorno construido estudiado, para conocer los factores de riesgo que impactaban los niveles de accesibilidad y de percepción de los habitantes del sector como de los usuarios potenciales del Cable Aéreo de San Cristóbal, en términos de conectividad, seguridad, coherencia, entropía, calidad y confort. La estación de retorno estará ubicada en el barrio Altamira con el acceso principal ubicado por la Carrera 12b Este. Dicho sector corresponde a una zona completamente residencial, con presencia de altas pendientes y caracterizado por el estado ineficientes de los andenes con presencia de huecos, obstáculos como rampas de ingreso a los garajes de las viviendas y escaleras que obstaculizan y dificultan la movilidad. A continuación, se muestra un registro fotográfico de la infraestructura peatonal de la zona donde se puede apreciar las condiciones físicas negativas existentes para el desplazamiento seguro y cómodo de peatones.

Fotografía 7. Infraestructura peatonal Carrera 12b Este (izq) y Avenida Carrera 13b Este (der)



Fuente: Elaboración propia (2022)

Fotografía 8. Estado de la infraestructura de paraderos sobre la Avenida Carrera 13b Este



Fuente: Elaboración propia (2022)

Fotografía 9. Estado de la infraestructura peatonal centro de Atención prioritaria Altamira



Fuente: Elaboración propia (2022)

Fotografía 10. Discontinuidades en andenes sector Altamira



Fuente: Elaboración propia (2022)

Fotografía 11. Infraestructura peatonal sobre Carrera 12a Este

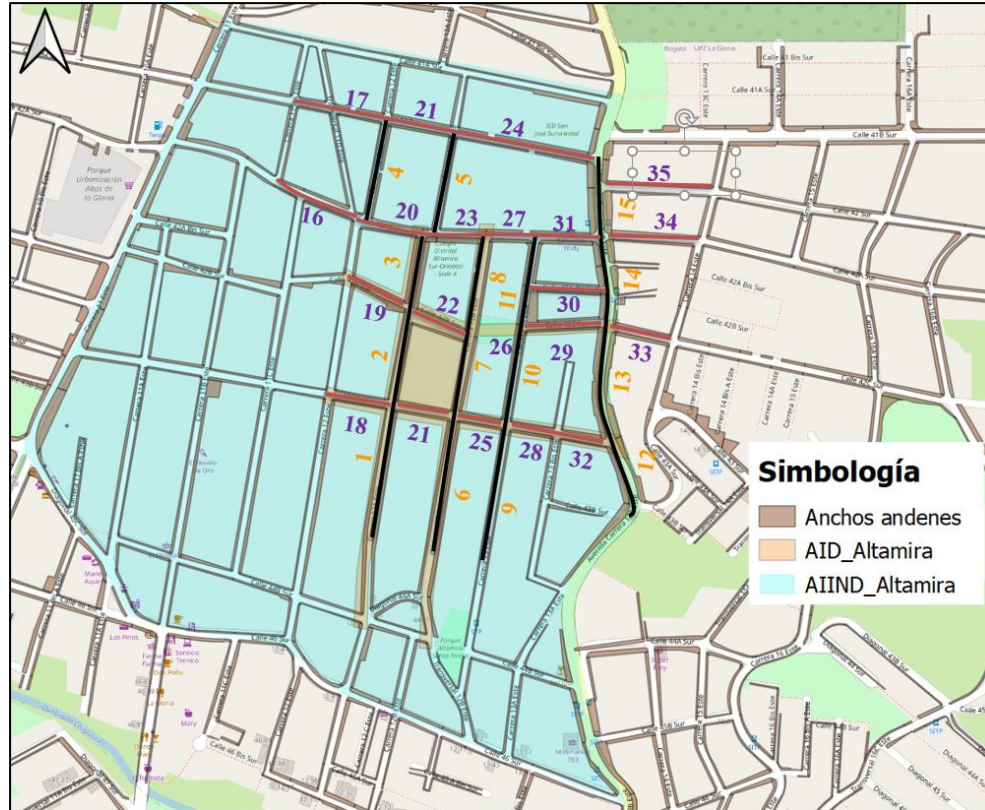


Fuente: Elaboración propia (2022)

El registro fotográfico evidencia la situación de inseguridad e incomodidad que viven a diario los habitantes y transeúntes en el AID y AII de la estación de retorno, que se hace aún más crítica al analizar la situación de precariedad en la movilidad para las personas con discapacidad o movilidad reducida que residen en la zona. Es así, que queda en evidencia los niveles de desigualdad e inaccesibilidad que hay para la realización de viajes a pie, incluyendo la etapa de caminata en el transporte público hacia o desde los paraderos dentro del área de análisis. Por lo tanto, como consultores y promotores de alcanzar una movilidad sustentable enfocada en las personas y el medio ambiente, los análisis presentados en secciones posteriores en este estudio buscaron plantear soluciones de movilidad integral y de accesibilidad universal.

Complementariamente a la inspección visual, se midieron los anchos viales y anchos de andenes en el área de influencia (ver Figura 31). Este levantamiento de información permitió identificar una gran variación de anchos, así como dimensiones inadecuadas de acuerdo con la Cartilla de Andenes de Bogotá con respecto al flujo peatonal actual, incluso en otros tramos se resultaba la ausencia de los mismos a lo largo de las calles y carreras principalmente por la presencia de otros elementos urbanos como postes, árboles y zonas verdes, señalización, bancas, paraderos de buses, basuras, vendedores, parqueo de automóviles y motocicletas, entre otros. Los anchos efectivos de andenes obtenidos en la zona se muestran en la Tabla 13. Los andenes ubicados en el costado norte de todas las calles presentan una variación de su ancho efectivo entre 0,50 mts en la Calle 43A Sur a 2,0 mts en la Calle 42a Sur; Los andenes del costado Sur de todas las calles varían desde los 0,50 mts por la Calle 42 Sur a 2, mts por la Calle 30ª Sur. Con respecto a los anchos efectivos en el costado este de las carreras, oscilan desde 0,3 metro por la Calle 42b Sur hasta alcanzar los 2,9 metros por la Avenida Carrera 13b Este; Los andenes en el costado oeste tiene una variación en 0,3 a 2,9 metros, siendo la Avenida Carrera 13b Este donde se evidencian los anchos efectivos mayores.

Figura 31. Código de identificación del Inventario de infraestructura vial



Fuente: Elaboración propia (2022)

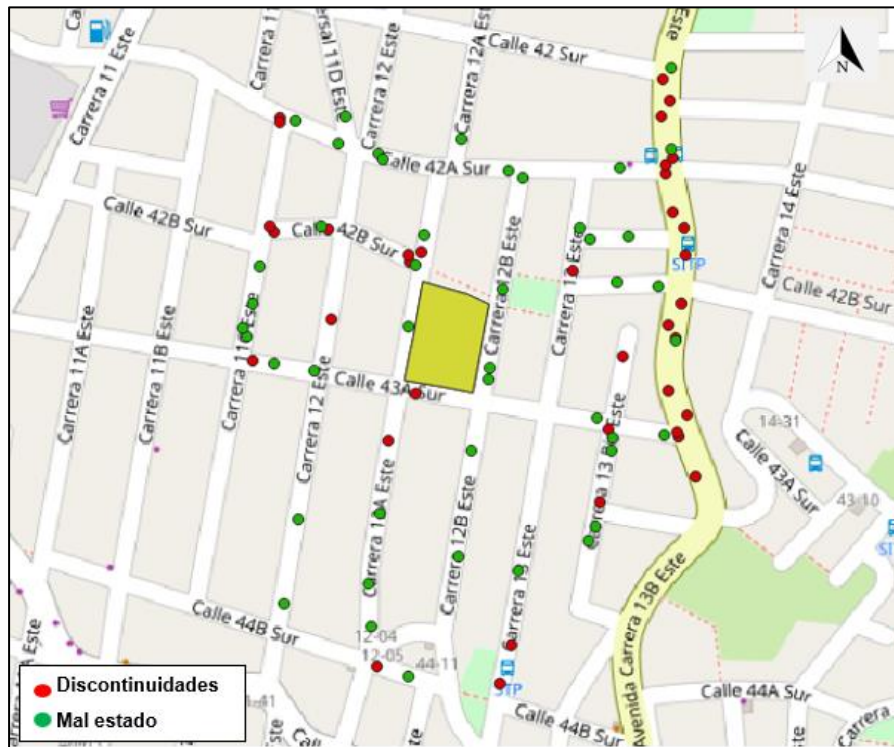
Tabla 13. Anchos efectivos andenes

ID	Norte	Sur	Este	Occidente	Carril	ID	Norte	Sur	Carril
1			1,4	1,2	6	19	1,7	1,5	3.4
2			1,4	1,2	6	20	2	1.3	6
3			1,4	1,2	6	21	0,9	0,8	6
4			1,1	1,2	5.8	22	0,8	0,8	3.4
5			0,5	1	5.8	23	2	1.3	6
6			0,4	0,4	6.9	24	2	1.8	6
7			0,8	0,5	6	25	0,9	0,8	6
8			0,8	0,3	6	26	1.4	0,9	4.5
9			1,5	0,9	9.2	27	2	1.3	6
10			1,1	1	6	28	0,9	0,8	6
11			2	1,4	6	29	0,5	1.8	6.6
12			0,3	1,5	9.2	30	0,9	0,5	6
13			2	2,8	9.2	31	2	1.3	6
14			2,6	2,6	9.2	32	0,9	0,8	6

Fuente: Elaboración propia (2022)

En la siguiente figura se muestra la localización de discontinuidades provocadas por la presencia de rampas, escaleras o desniveles presentes en los andenes en la zona de influencia de la estación, así como la localización de sectores con andenes en mal estado.

Figura 32. Identificación de sectores de andenes en mal estado y con discontinuidades



Fuente: Elaboración propia a partir de Google Maps (2022)

De acuerdo con lo expuesto con anterioridad, la zona de influencia directa e indirecta donde quedará la estación de retorno de Altamira presenta algunos conflictos en materia de movilidad peatonal por cuenta del deterioro, invasión y obstrucciones en la infraestructura existente, especialmente en el corredor de la Carrera 13b Este y la Calle 42b Sur que es donde se concentra el mayor número de puntos de andenes en mal estado. Sin embargo, dado que los volúmenes peatonales actuales que circulan por la zona son bajos, la infraestructura peatonal existente es capaz de soportarlos con niveles de servicios adecuados (ver sección 11). Sin embargo, a medida que el proyecto cable vaya operando

año a año dicha infraestructura deberá ser recuperada y modificada para que soporte cada vez flujos peatonales más altos. Dicho análisis se presenta en el capítulo 11 y 12 de este documento.

Con relación a la infraestructura ciclista disponible, no se evidenció ningún trazado, ni bici-parqueaderos que promuevan el uso de la bicicleta para viajes cortos en esta zona.

Por otro lado, cabe destacar que, con la construcción de la estación de retorno de Altamira, se implementaron varias medidas en términos de seguridad con respecto a disminuir los índices de accidentalidad que vive la ciudad de Bogotá y que la localidad no es ajena a este problema de salud pública. Medidas de mitigación o pacificación del tráfico, tales como: reductores de velocidad, pompeyanos, así como la instalación y adecuación de señalización vertical y horizontal. Sin embargo, durante las visitas a terreno se logró identificar algunos conflictos asociados al funcionamiento normal del tráfico en la AID y AIID. Por ejemplo, se identificó que a lo largo de la Carrera 12a Este y la Avenida Carrera 13B Este una presencia alta de vehículos estacionados, habitantes de calle y vendedores ambulantes en comparación a otros sectores por la presencia del Centro de Atención de Salud y por ser la avenida principal donde hay presencia de establecimientos comerciales. También deterioro de la pintura de la señalización de PARE en las intersecciones y desgaste de los reductores de velocidad y pasos seguros, que pueden generar un impacto negativo en la percepción de los peatones del sector y especialmente con relación a la calidad del servicio prestado por la infraestructura peatonal en términos de protección y correcto uso del mismo.

En términos generales se logró identificar los problemas de cumplimiento en los anchos mínimos de la infraestructura peatonal por toda la zona de influencia directa e indirecta de acuerdo a los lineamientos presentados en la cartilla de andenes para la ciudad de Bogotá y manual de diseño geométrico para una adecuada operación.

En paralelo a la caracterización de la oferta encontrada en el área de influencia directa, se analizaron las condiciones de la demanda de los flujos no motorizados referentes a los peatones y ciclistas que transitaban por la zona evaluada. De esta forma, la información primaria tomada en días típicos y atípicos durante diferentes periodos de tiempo en las estaciones Maestras y Especificas, se caracterizó evaluando los desplazamientos a nivel de acceso: Acceso Norte, Acceso, Sur, Acceso Este y Acceso Oeste, diferenciando aquellos flujos que llegan desde el acceso y aquellos que salen por ese acceso. Otro aspecto relevante encontrado en la zona es que la infraestructura vial alrededor de la manzana donde se construirá la estación del Cable en Altamira, las calzadas son bidireccionales en las carreras 12 B Este y Carrera 12A Este en sentido Norte-sur, la Calle 43 A Sur y la Calle 43 Sur en el sentido oriente –occidente; al presentar bidireccionalidad en todas las vías se genera un alto grado de desorden vial al considerarse que es una zona residencial y calles angostas y a pesar de eso todos los movimientos en las intersecciones son permitidos (excepto los giros en U).

Cabe resaltar la particularidad en la que se llevó a cabo el estudio, debido a la emergencia sanitaria que aún estaba vigente en el país ocasionada por la COVID-19, y que, debido a ello, no era adecuado omitir los efectos que eventualmente esta pandemia pudo ocasionar de manera temporal en los patrones de movilidad de los ciudadanos, por lo tanto, se consideró que la información de campo estaría afectada por un fenómeno que el Equipo Consultor denominó *Efecto COVID*. Debido a dicho fenómeno, fue necesario realizar, tal como fue planteado en el documento de metodología del Estudio de Tránsito aprobado por la Entidad, la desafectación de la información primaria, recolectada por el Consultor en campo, mediante un análisis comparativo contra una estación de referencia del Plan de Monitoreo de Tránsito del Distrito, ubicada dentro de la zona de influencia de cada Estación del Cable Aéreo de San Cristóbal, de la cual se tuviera información de volúmenes de tráfico motorizado y no

motorizado de antes de la pandemia COVID-19, es decir, del año 2019 o anterior. Esta información, fue proyectada al año 2021, con el fin de construir una línea de referencia para una situación donde no hubiese existido tal afectación, y se cotejó contra la información capturada en la campaña de campo. En los casos en los cuales se identificó que la información del Plan de Monitoreo superaba los datos del Consultor, se optó por la información secundaria, dado que esto señalaba una distorsión en los datos primarios, mientras que, en la situación contraria, la información del Consultor resultaba más representativa puesto que evidenciaba un crecimiento del tráfico por encima de la tendencia de la zona, a pesar del impacto de la pandemia. En ambos casos, se buscó trabajar con la información que condujera a la situación más crítica, con la finalidad de poder modelar una condición extrema de la infraestructura actual y proyectada bajo la implementación del Proyecto. Más adelante, en este mismo capítulo, se muestra cómo fue dicho proceso y los resultados obtenidos.

Partiendo del análisis particular del flujo de peatones y ciclistas, se presenta la caracterización de los movimientos peatonales y ciclistas a nivel de acceso de los puntos de aforo vehicular.

Figura 33. Caracterización de movimientos peatonales y ciclistas en la estación maestra M3



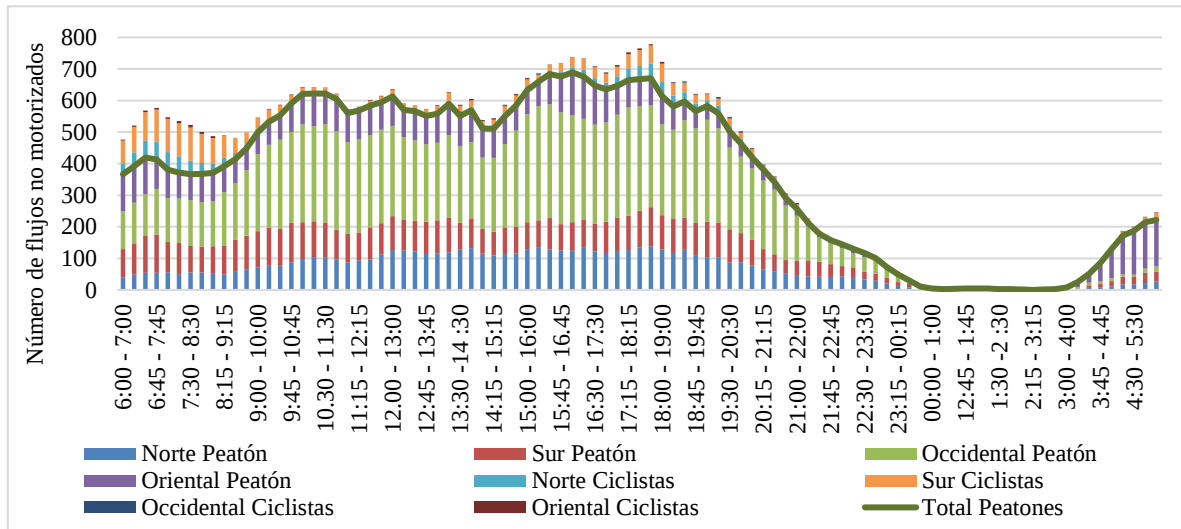
Fuente: Elaboración propia a partir de Google Maps (2022)

Se observa que la distribución horaria recolectada en campo en un día típico Figura 34 y día atípico Figura 35 muestra un comportamiento inusual a lo encontrado comúnmente en los estudios de tránsito y en la encuesta de movilidad del año 2019, ya que el primer pico en las horas de la mañana no se evidencia al analizar el total de peatones que transitan por la intersección. La Hora de Máxima Demanda (HDM) se da principalmente en la tarde entre las 17:45 a 18:45, con un total de 778 Flujo no motorizado/hora, (42% Acceso Occidental, 24% Acceso Norte, 23% Acceso Sur y 12% Acceso Oriente), donde el 86% son peatones y el 14% ciclistas. Este comportamiento muestra que debido a la pandemia generada por la COVID-19 los patrones de viaje de las personas han cambiado, provocando que el pico AM se haya aplanado y se haya trasladado a otra hora, a la fecha de los aforos muchos estudiantes aún continuaban en clases virtuales y probablemente debido a que un porcentaje bajo de las personas se encuentra realizando teletrabajo. Sin embargo, esto no significa que ese comportamiento se vaya a mantener, de ahí la importancia de hacer un ajuste de la información primaria para eliminar o disminuir el efecto producido por la pandemia.

Con respecto a los flujos de bicicletas, este modo ha tenido un aumento considerable, ya que, de acuerdo con la Secretaría Distrital de Movilidad, entre abril a diciembre del 2020 los viajes en bicicleta en términos generales en la ciudad de Bogotá aumentaron en un 80%. Sin embargo, los ciclistas presentan un comportamiento irregular al igual que el modo de peatones, ya que no se

evidencia de forma concreta un pico en las horas de la mañana. La HMD de flujos de bicicletas para la estación M3, presenta un total de 166 ciclistas/hora, donde los ciclistas transitan principalmente en sentido Norte-Sur.

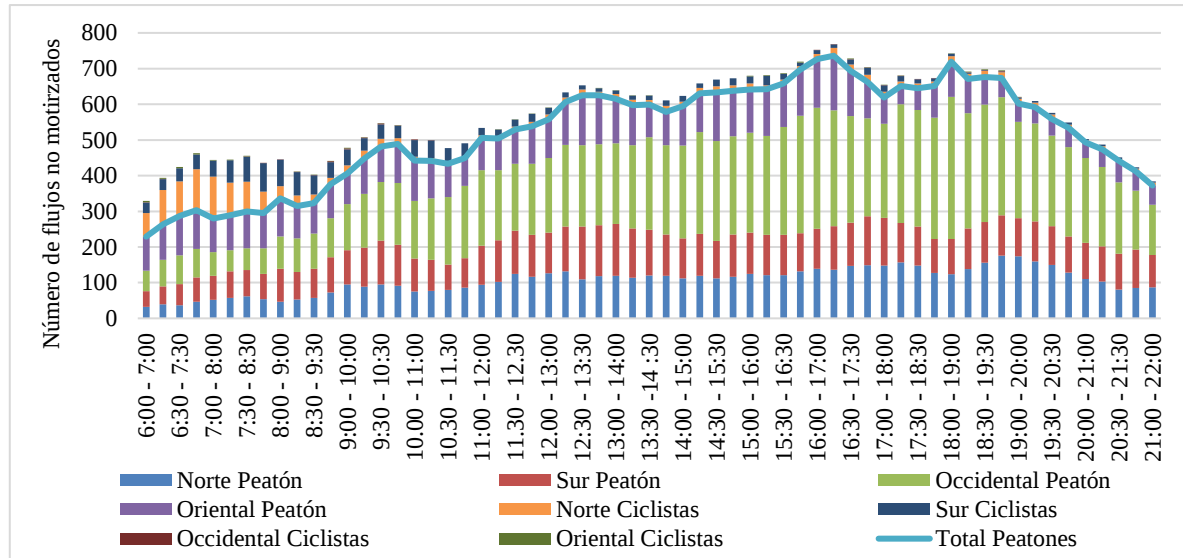
Figura 34. Demanda de Flujos de Peatonales horaria para la estación M3, día típico



Fuente: Elaboración propia (2022)

En el día atípico evaluado en la estación M3 se encontró un comportamiento general aún más variado que en el día típico, ya que a las 6:00 a.m. se observa una baja demanda de peatones y ciclistas que crece de manera gradual, experimentándose altos niveles de demanda y alcanzando la HMD de flujos no motorizados entre las 16:15 a 17:15 con 769 flujo no motorizado/hora (44% Acceso Occidental, 18% Acceso Norte, 17% Acceso Sur y 21% Acceso Oriente) principalmente por el tránsito de peatones del 96%; Sin embargo, la mayor demanda de ciclistas se da en las horas de la mañana, presentándose un flujo de 164 bicicletas/hora que llegan del acceso norte y salen por el Acceso sur.

Figura 35. Demanda de Flujos No Motorizados horaria para la estación M3, día atípico



Fuente: Elaboración propia (2022)

Complementariamente, la estación M4 considerada “estación maestra” por la identificación en campo de alto flujo vehicular y peatonal, esta intersección cuenta con cuatro puntos de acceso con restricciones de giro y conexión directa de oriente a occidente. La demanda de flujos no motorizados presentada del día típico, una vez más no muestra un pico en la mañana, solo un aumento progresivo a medida que pasa la jornada y observándose la HDM entre las 16:30 a 17:30 con 288 peatones/hora y 18 ciclistas/hora (44% Acceso Occidental, 27% Acceso Oriental, 17% Acceso Sur y 12% Acceso Norte). En esta estación se presenta un bajo flujo de ciclistas debido a las altas pendientes que requieren un esfuerzo físico considerable por parte de los biciusuarios, lo que genera que prefieran optar otras calles como rutas de viaje óptimas de acuerdo con sus habilidades, percepciones y pares OD.

En el día atípico de la estación M4 se presenta al igual que en las otras estaciones la afectación por el efecto COVID-19 al no haber un pico en la mañana, sino un aumento gradual que evidentemente los patrones de movilidad no son comunes y se considera que no serán permanentes. La HMD se presenta en la jornada de la tarde entre las 16:15 a 17:15 con 375 peatón/hora (43% Acceso Occidental, 34% Acceso Oriental, 10% Acceso Sur y 10% Acceso Norte). Con respecto a la demanda de bici-usuarios, al igual que en el día típico muestra bajos niveles de usuarios transitando por esta intersección es de 9 ciclistas/hora, para tener un flujo total de 384 Flujo no motorizado/hora en la HMD-

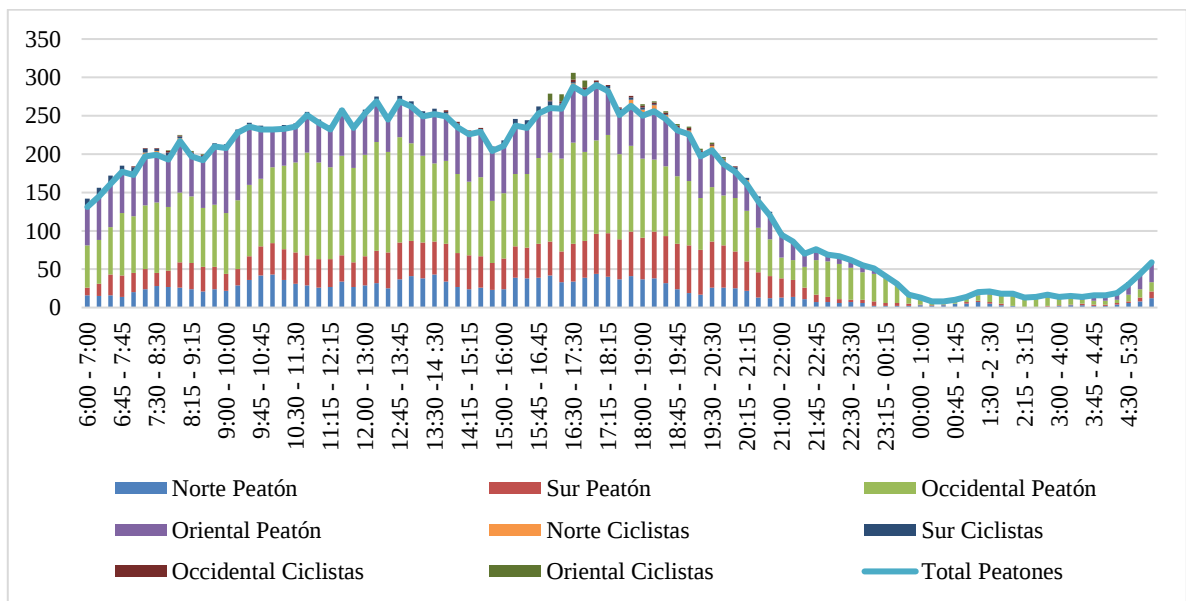
De manera paralela al levantamiento de información de campo de las estaciones maestras, se recolecto la información para las estaciones específicas. En total fueron 3 estaciones de análisis para los mismos días. Partiendo de la estación E31 localizada en la Carrera 12 Este con Calle 43a Sur, dentro de su caracterización corresponde a vías bidireccionales, en la intersección se presentan cuatro (4) accesos sin restricción de movimientos a nivel vehicular o movimientos de bici-usuarios.

Figura 36. Caracterización de movimientos peatonales y ciclistas en la estación maestra M4.



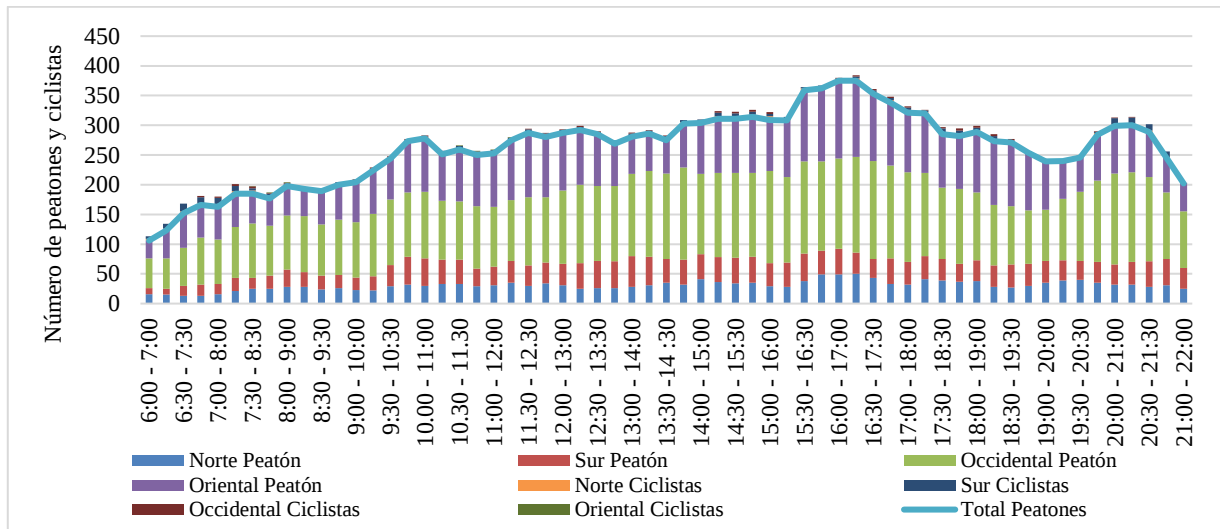
Fuente: Elaboración propia a partir de Google Maps (2022)

Figura 37. Demanda de Flujos No Motorizados horaria para la estación M4, día típico



Fuente: Elaboración propia (2022)

Figura 38. Demanda de Flujos No Motorizados horaria para la estación M4, día atípico



Fuente: Elaboración propia (2022)

Figura 39. Caracterización de movimientos peatonales y ciclistas en la estación específica E31.



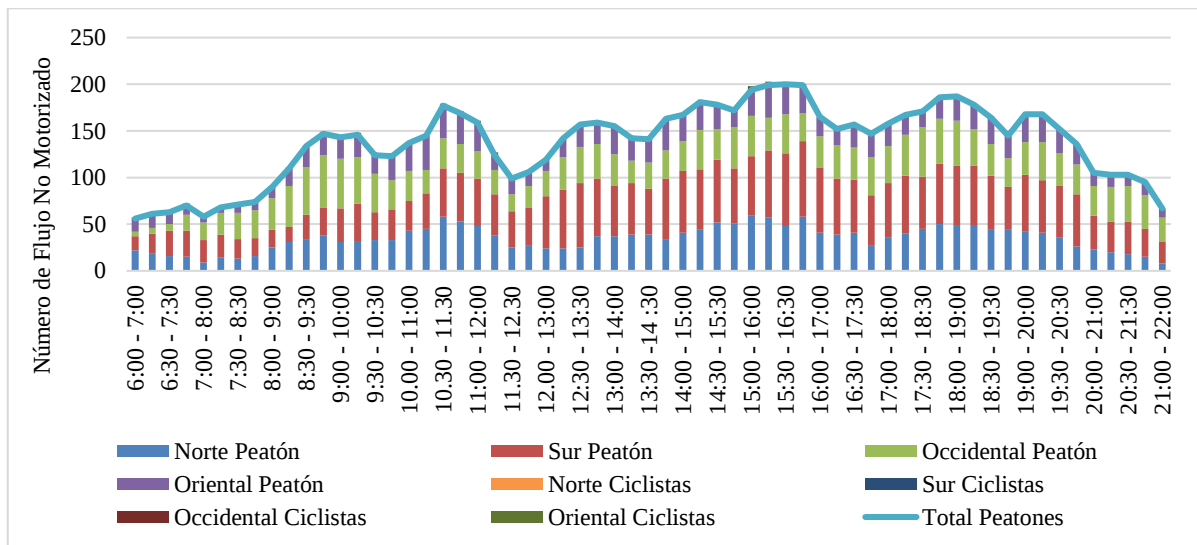
Fuente: Elaboración propia a partir de Google Maps (2022)

La distribución de flujos no motorizados en la E31 en el día típico (ver Figura 40) no presenta un pico marcado a lo largo del día, por el contrario, se evidencio una variación constante a lo largo del día donde una pequeña concentración de flujo no motorizado se presentaba entre las 10:30 a 11:30 a.m., sin embargo, la HMD se da en las horas de la tarde entre las 15:15 a 16:15 con una demanda de 199 peatones/hora y 4 ciclistas/hora (36% acceso Sur, 28% acceso norte y 18% tanto para el sentido occidente como oriente). En el caso del día atípico (ver Figura 41), la franja de análisis se llevó a cabo entre las 8:00 a.m. hasta las 18:00. El comportamiento presentado es similar que en el día típico solo que las variaciones no son tan marcadas manteniendo un rango de demanda entre los 90 a 160 peatones y ciclistas transitando por la intersección en la mayor parte del día; Su HMD se evidencia entre las 16:45 a 17:45 de la tarde con 232 peatones/hora y 4 ciclistas/hora.

Al igual que en la estación M4, el flujo de ciclistas en general es muy bajo mostrando que no hacen

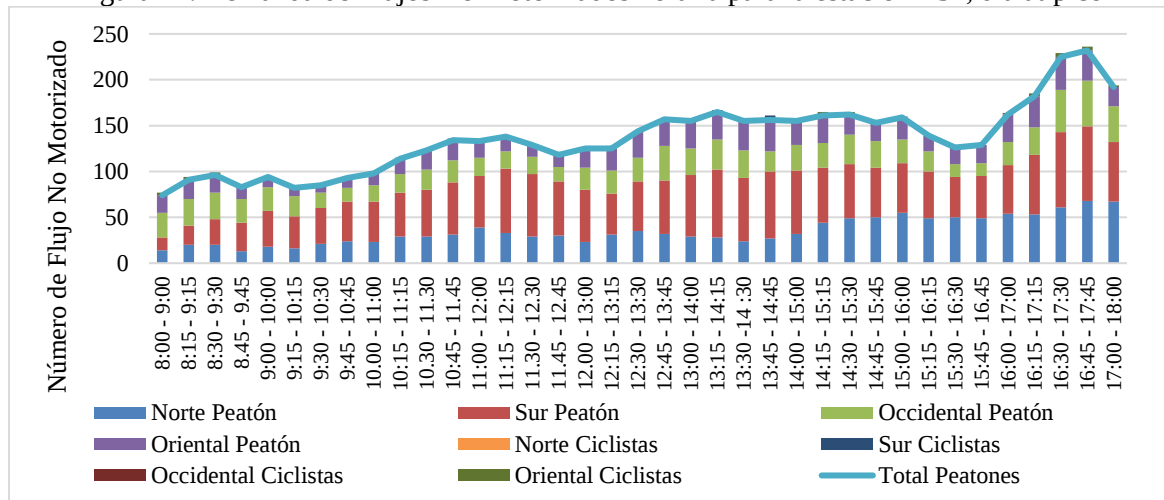
parte de las rutas óptimas de viaje de los ciclistas de la zona, por no ser vías principales que garanticen una conectividad, fluidez constante en su viaje y el esfuerzo físico sean menor.

Figura 40. Demanda de Flujos No Motorizados horaria para la estación E31, día típico



Fuente: Elaboración propia (2022)

Figura 41. Demanda de Flujos No Motorizados horaria para la estación E31, día atípico



Fuente: Elaboración propia (2022)

Con respecto a la estación específica E33, se ubica en la Avenida principal de la Carrera 13b con Calle 42C Sur, las vías que la constituyen son vías bidireccionales con cuatro (4) accesos y sin restricción de giros vehiculares o en este caso de tránsito de bici-usuarios.

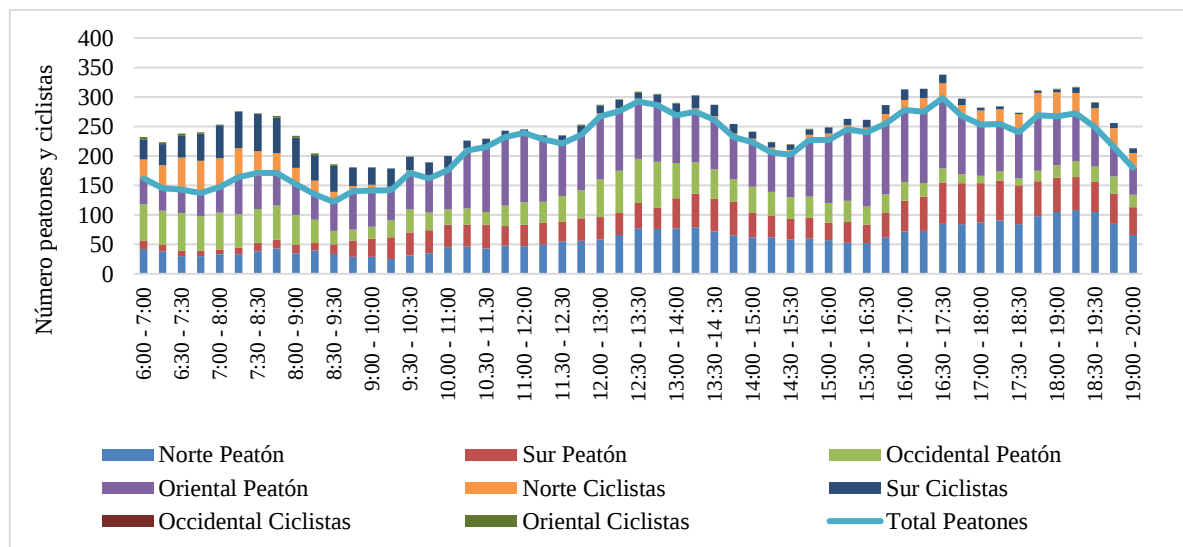
Figura 42. Caracterización de movimientos peatonales y ciclistas en la estación específica E33



Fuente: Elaboración propia a partir de Google Maps (2022)

La distribución horaria presentada en esta intersección no muestra un pico de peatones en las primeras horas de la mañana ni para el día típico ni atípico, pero entraría a complementarse con la demanda de ciclistas que se presenta y que pudo ser ocasionada por la afectación del COVID-19 que generó un cambio modal hacia el uso. Para el caso del día típico (ver Figura 43) el primer pico alcanza una demanda de 164 peatones/hora y 112 ciclistas/hora entre las 7:15 a.m. a 8:15 a.m., siendo el acceso más cargado el Norte con una participación del 30%, y el flujo máximo de ciclistas, pero no para los peatones y por ende el general al considerarlo como parte de la categoría de flujo no motorizado. La HMD se da en las horas de la tarde entre las 16:30 a 17:30 con 198 peatones/hora y 110 ciclistas/hora, es decir, un total de 308 flujo no motorizado/hora con una participación por acceso del 35% Oriente, 33% Norte, 25% Sur y 7% Occidente.

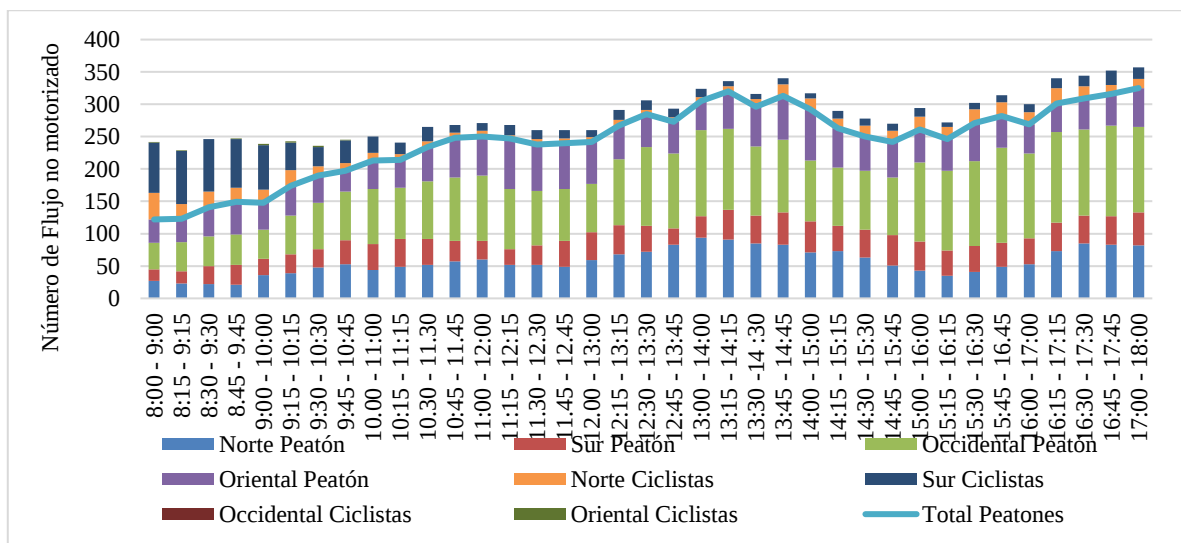
Figura 43. Demanda de Flujos No Motorizados horaria para la estación E33, día típico



Fuente: Elaboración propia (2022)

Con respecto al comportamiento del día atípico de la estación E33 (ver Figura 44), a nivel de peatones muestra un incremento gradual a lo largo del día hasta inicios de la tarde, con una pequeña caída hasta las 15:00 horas y después un aumento presentándose su HMD entre las 17:00 a 18:00 con 325 peatones/hora y 60 ciclistas/hora. Con respecto a los ciclistas, se evidencia la mayor fluencia en las primeras horas de la mañana, luego una caída hacia el mediodía y finalmente un aumento hasta llegar a la HMD de flujo no motorizado.

Figura 44. Demanda de Flujos No Motorizados horaria para la estación E33, día atípico



Fuente: Elaboración propia (2022)

Finalmente, se consideró como punto estratégico para la caracterización del tránsito del AID y AII del sector de Altamira la estación E34, localizada en la Avenida principal por carrera 13B con calle 43A Sur, las vías que la constituyen son vías bidireccionales con tres (3) accesos y sin restricción de giros vehiculares o en este caso de tránsito de bici usuarios (ver Figura 45)

Figura 45. Caracterización de movimientos peatonales y ciclistas en la estación maestra E34



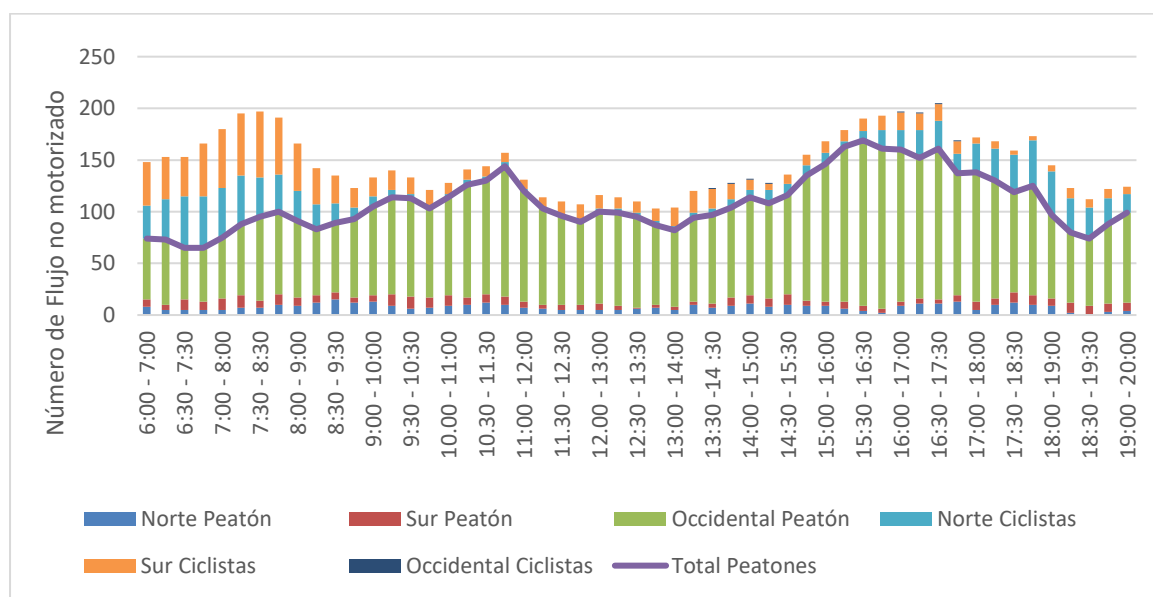
Fuente: Elaboración propia a partir de Google Maps (2022)

Al igual que en las otras estaciones de medición, la distribución horaria presentada en la intersección E34 no muestra un pico de peatones en las primeras horas de la mañana ni para el día típico (ver Figura 46), pero al analizarlo como flujo no motorizado se complementaría con la demanda de ciclistas que se presenta en el punto de análisis y que pudo ser ocasionada por la afectación del COVID-19 que generó un cambio modal hacia el uso de la bicicleta como medio de transporte. Por consiguiente, el pico de la mañana alcanza una demanda de 88 peatones/hora y 107 ciclistas/hora entre las 7:15 a.m. a 8:15 a.m., siendo el acceso más cargado el Sur con una participación del 37%, y el flujo máximo de ciclistas, pero no para los peatones y por ende el general al considerarlo como parte de la categoría de flujo no motorizado. La HMD se da en las horas de la tarde entre las 16:30 a 17:30 con 161 peatones/hora y 44 ciclistas/hora, es decir, un total de 205 flujo no motorizado/hora con una participación por acceso del 72% Occidente, 19% Norte y 10% Sur.

Con respecto al comportamiento del día atípico de la estación E34 (ver Figura 47), a nivel de peatones muestran variaciones a lo largo del día. Con respecto a los ciclistas, se evidencia la mayor fluencia en las primeras horas de la mañana, luego una caída hacia el mediodía y finalmente un aumento hasta una concentración aproximadamente constante durante el periodo de tiempo de análisis restante. Resaltando que no se evidenció flujo de ciclistas por el acceso occidental.

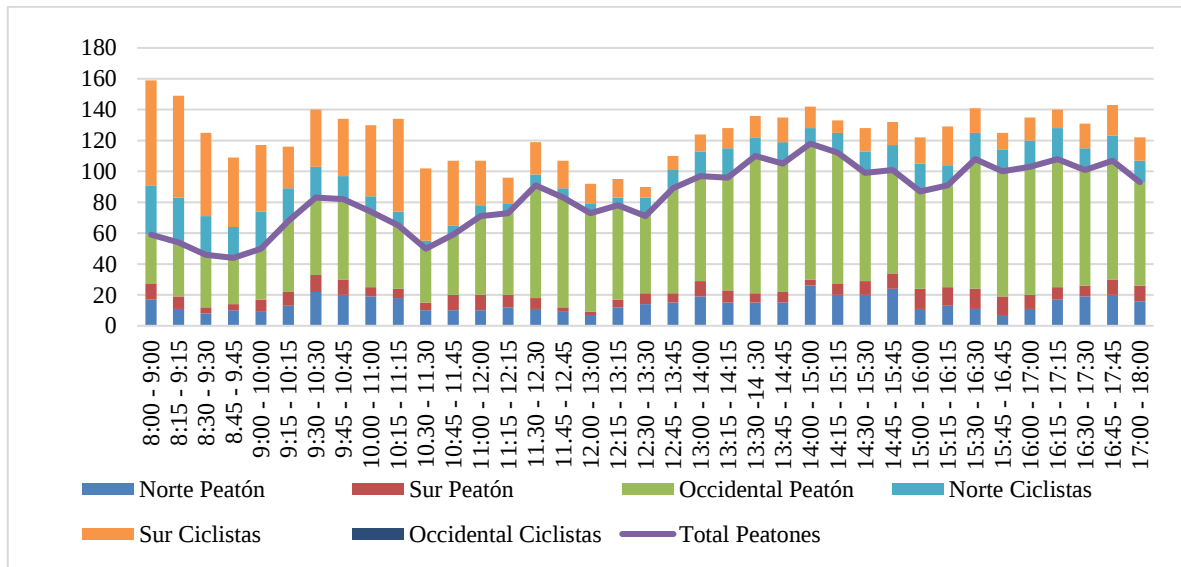
Por otra parte, el punto de análisis no muestra un pico de peatones en las primeras horas de la mañana, pero al analizarlo como flujo no motorizado se complementaría con la demanda de ciclistas, presentándose la HMD entre las 8:00 a 9:00 a.m. con 59 peatones/hora y 100 ciclistas/hora principalmente proveniente de los accesos Sur (49%) y Norte (31%).

Figura 46. Demanda de Flujos No Motorizados horaria para la estación E34, día típico



Fuente: Elaboración propia (2022)

Figura 47. Demanda de Flujos No Motorizados horaria para la estación E34, día atípico



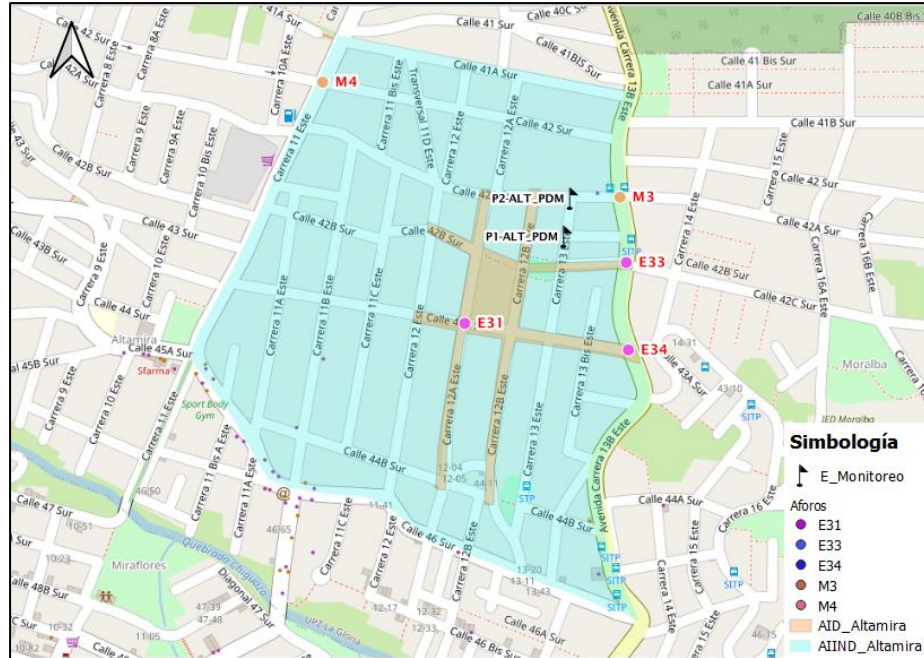
Fuente: Elaboración propia (2022)

Como se ha mencionado con anterioridad, durante el procesamiento y análisis de los aforos se evidenció una afectación de la información debido a la emergencia sanitaria, encontrándose que el pico de la mañana no aparecía en los aforos. Por lo tanto, para los flujos no motorizados se hizo un análisis por separado de los dos modos, ya que los ciclistas que transitan por el AID y AII lo hacen a nivel de calzada y comparten la vía con los flujos motorizados a diferencia de los peatones que lo hacen a nivel de andén.

Una vez realizado el respectivo análisis con información primaria de la distribución horaria de los viajes peatonales concurrentes en cada punto considerado estratégico para el Estudio de Tránsito y Transporte de la Estación de Retorno, se considera de vital relevancia el proceso de ajuste de información primaria con información secundaria proveniente del Plan de Monitoreo de la SDM para aislar el efecto de la pandemia sobre la información recopilada y que posteriormente sería usada en la conformación, validación y calibración de los modelos de microsimulación.

Las estaciones del Plan de Monitoreo dentro del área de influencia directa son 2, ubicadas en la carrera 13 Este con calle 42a Bis Sur y Carrera 13A con Calle 42a Sur, lo cual permitió hacer un ajuste muy preciso de las condiciones sin COVID-19. En la Figura 48 se presentan las estaciones del plan de monitoreo con que se contaban en la zona.

Figura 48. Localización estaciones de aforo Plan de Monitoreo SDM

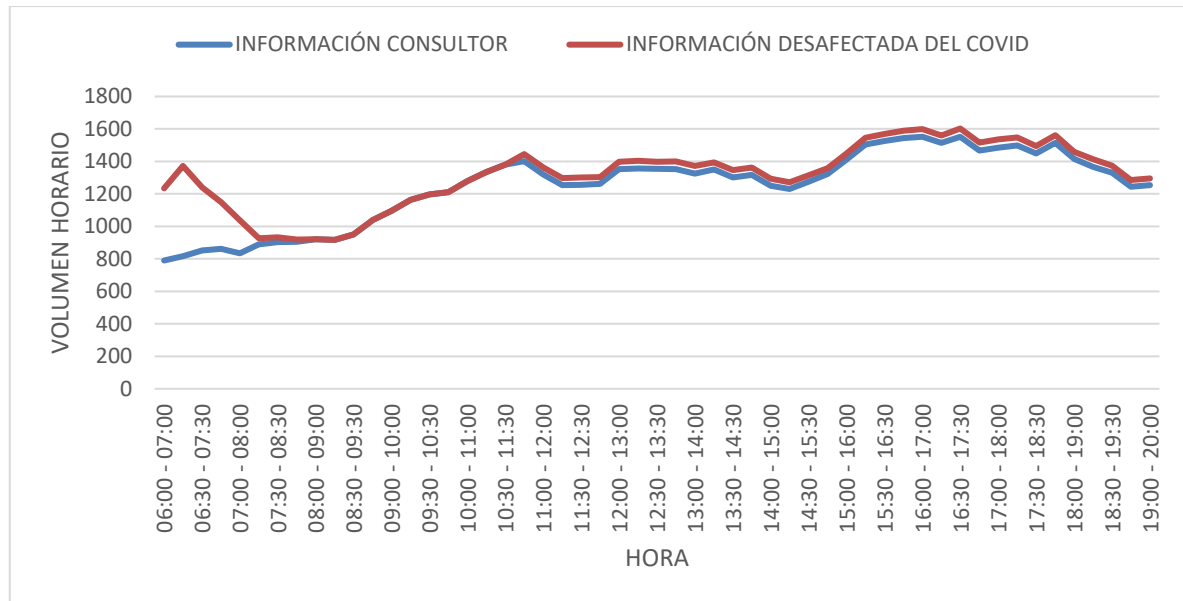


Fuente: Elaboración propia (2022)

En primer lugar, se proyectaron los flujos peatonales del Plan de Monitoreo a 2021, luego dichos flujos se compararon con los aforos 2021 tomados por el consultor, haciendo un análisis entre el comportamiento encontrado en cada base de datos para posteriormente estimar factores de ajustes horarios por modo y de esta forma reconstruir el comportamiento en cada intersección analizada. Una vez ajustados los volúmenes horarios se procedió a generar un histograma agregado por intersección y luego agregado para toda la zona de influencia directa.

Para determinar el factor de ajuste por efecto COVID-19 se usaron los aforos peatonales tomados por el Consultor que estaban cerca de los puntos del Plan de Monitoreo de la SDM. En la Figura 49, se muestra la comparación entre los datos tomados por el consultor y los datos ajustados sin COVID utilizando como referencia los datos del Plan de Monitoreo para el año 2021, donde se ve claramente que el pico de la mañana está ausente en los datos aforados, por lo tanto, se estimó un factor de mayoración con los aforos del plan de monitoreo 2021 y se les aplicó a los aforos del consultor en el periodo comprendido entre las 6 AM a 9 AM. El factor obtenido, permitió reconstruir la distribución horaria de peatones en las estaciones aforadas. Los datos horarios después de las 9 AM corresponden a los datos tomados por el consultor sin ningún tipo de ajuste ya que como se observa en la Figura 49 estos están por encima de los obtenidos en el aforo del Plan de Monitoreo. Los aforos realizados por el Equipo Consultor muestran que el comportamiento en el pico de la tarde es mayor al de la mañana incluso después que este último ha sido desafectado por lo que se ha llamado efecto COVID-19. Por lo tanto, el pico de la tarde parece como el más cargado dentro de los análisis que son presentados en este estudio, sin embargo, cabe aclarar que, dentro de proceso de análisis y establecimiento de medidas, se tuvo en cuenta tanto el pico de la mañana y tarde del típico, como el pico de fin de semana.

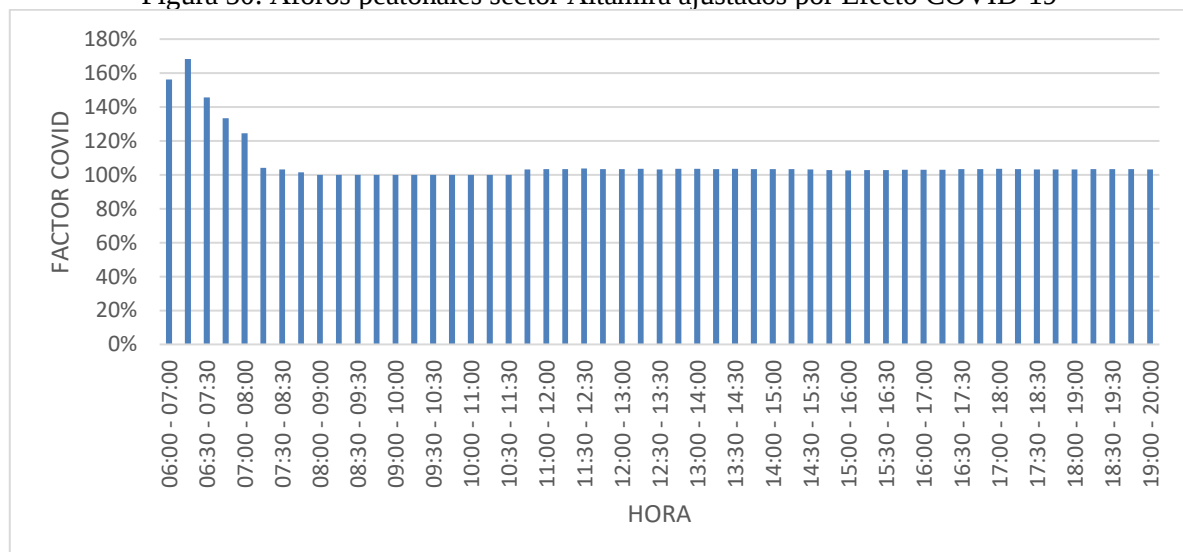
Figura 49. Comparación aforos peatonales sector Altamira



Fuente: Elaboración propia (2022)

La siguiente figura, evidencia que el factor de desafección del COVID solo fue utilizado para reconstruir el pico de la mañana, el cual se disminuyó por la coyuntura mencionada. Para el resto del día, no fue necesario realizar algún ajuste, dado que la información del Consultor fue mayor en orden de magnitud, que la información de referencia.

Figura 50. Aforos peatonales sector Altamira ajustados por Efecto COVID-19



Fuente: Elaboración propia (2022)

➤ *Accesibilidad y seguridad*

Con el fin de lograr una ciudad y en este caso una localidad enfocada en los peatones es necesario considerar e identificar factores que en la actualidad no son tangibles y que pueden desincentivar la realización de los viajes hacia el sistema Cable Aéreo San Cristóbal, a pesar de los beneficios asociados en reducción en los tiempos de viaje, satisfacción, orgullo de barrio, reducción en la exposición y dosis inhalada de contaminantes del aire por viaje, viajes de turismo hacia el sector o inversión que se realice²

Dentro de los factores más relevantes que desincentivan a los usuarios potenciales del sistema son: la accesibilidad, seguridad (accidentes y hurtos), confort y conectividad con los polos generados y a tractores de viajes, y de esta manera el usuario perciba de manera positiva el entorno construido con niveles de satisfacción óptimos especialmente en la etapa de caminata de su viaje hacia o desde la estación, paraderos de SITP y destino final (hogares). Lo anterior va de la mano con generar un incentivo hacia los viajes en transporte público caminata ya que como se mostró con anterioridad son el principal modo de transporte de los habitantes de estratos 2 y 3, nivel socioeconómico en el cual se encuentra del área de análisis de acuerdo la EODH- 2019 de Bogotá. Por lo tanto, en esta sección se muestra el análisis de accesibilidad, conectividad y seguridad realizado para la zona de influencia directa de la futura estación de retorno.

De acuerdo con lo anterior, es de vital importancia tener un conocimiento de cada uno de los elementos nombrados con anterioridad, partiendo de los equipamientos que generan o atraen viajes, que incidirán principalmente en flujos peatonales, y en promover el uso de la bicicleta hacia o desde la estación del barrio de Altamira. Dentro de estos puntos de concentración poblacional, equipamientos, se encuentran: los centros educativos (colegio Altamira, Colegio distrital San José Sur Oriental, Gimnasio pedagógico Piaget, Colegio nueva generación Altamira (CONGA)), parques (Altamira, Altamira Santa Teresa, Barrio La Gloria, Parque Zonal Moralba), centros religiosos (Iglesia cristiana Restauración y vida), Centro de atención prioritaria en salud Altamira, el supermercado Surtimax, entre otros (ver Figura 11). Por lo tanto, al ser estos los principales centros a tractores y generadores de viajes es de vital importancia conocer el estado actual que se encuentra la infraestructura por la cual todos los modos de transporte llegan hasta dichos polos (no solo los no motorizados, a pesar de ser la prioridad en este estudio), y de esta forma con base en los resultados del estudio de Tránsito y Transporte se pueda asegurar buena accesibilidad y conectividad con respecto a la estación de retorno, como a los 15 paraderos del SITP dentro de la zona de influencia.

Para el caso puntual de la estación de Altamira, se encontró que la infraestructura peatonal se encuentra en mal estado, cómo se ha venido expresando a lo largo del desarrollo del documento, con variación de anchos, ausencia de andenes, baches, presencia de prado, piel de cocodrilo y obstáculos como: rampas de acceso vehicular a viviendas, escaleras, presencia de basuras y vehículos parqueados que bloquean el paso peatonal.

Con respecto a la señalización horizontal y vertical, se encontró que esta es mínima en la zona

² Transformaciones urbanas y salud: Resultado de la evaluación del TransMiCable, Aprendizajes Latinoamericanos. Septiembre 2020. Recuperado de: <https://epiandes.uniandes.edu.co/wp-content/uploads/Transformaciones-urbanas-y-salud.pdf>

(especialmente la horizontal) y con un grado de deterioro alto por falta de mantenimiento regular, lo cual se convierte en más dificultades para el peatón y usuario de transporte público; también se destaca la ausencia de losas podotáctiles o elementos de guía para las personas con movilidad reducida y sistemas de regulación del tráfico tales como semáforos.

Una vez recopilada la información mencionada con anterioridad, se logró caracterizar las condiciones de accesibilidad y conectividad en la zona de influencia directa, se hizo un análisis de distancias entre equipamientos y paraderos del sistema de transporte público, pacificadores del tráfico orientados a cruces peatonales seguros. Dicho análisis, evidenció la ausencia de semáforos en la AII y la presencia de algunos reductores de velocidad en mal estado sobre la Calle 43 Sur; Además de la discontinuidad y carencia de infraestructura peatonal para la realización de los viajes a pie.

Complementariamente, un factor en contra, y que es una de las barreras más sobresalientes junto con la ausencia de infraestructura peatonal para la accesibilidad de todo el sistema Cable Aéreo San Cristóbal, son las pendientes de las vías vehiculares y espacios peatonales, siendo el sector de Altamira el de mayores pendientes para todo el CSC. Dicha situación impacta los viajes en caminata de los usuarios típicos³, de las personas con movilidad reducida y los usuarios potenciales a realizar un cambio modal hacia el sistema; por lo tanto, resulta de vital importancia el planteamiento de medidas correctivas dirigidas específicamente para este grupo de usuarios que son los usuarios más vulnerables y de primera prioridad en la pirámide invertida de la movilidad especialmente en las futuras estaciones intermedia y de retorno.

➤ *Análisis de hurtos a personas*

Es claro que en términos de movilidad la variable hurto a personas no afecta considerablemente el proceso de la estación. Sin embargo, los problemas de seguridad referentes a hurtos sí pueden impactar negativamente la percepción de los usuarios potenciales del cable. En la localidad de San Cristóbal los hurtos a personas ascienden a cifras de 2.094 personas entre enero a agosto del 2021, con aumentos de 11,3% y 27,2% con respecto al 2019 y 2020, viéndose mayormente afectados los hombres (62%) que las mujeres (38%); asociado a esto muchos de estos casos van más allá del robo de pertenencias personales de las víctimas que pueden ocasionar la muerte a la víctima, es así que en lo que lleva corrido del año hasta el mes de agosto han ocurrido 44 homicidios que incrementaron en un 76% y 7,3% en relación al 2019 y 2021.⁴

Al analizar la localidad, la UPZ La Gloria donde se encuentra la estación de retorno, se observa que presenta bajas concentraciones de hurtos (ver Figura 51), sin embargo, puede ocurrir que al entrar en operación la estación de retorno, los problemas de índices de hurtos que actualmente se presentan en el portal del 20 de Julio puedan verse alrededor de esta estación por el alto flujo de usuarios atraídos, de ahí la importancia de establecer estrategias de conectividad seguras y cómodas para los futuros usuarios.

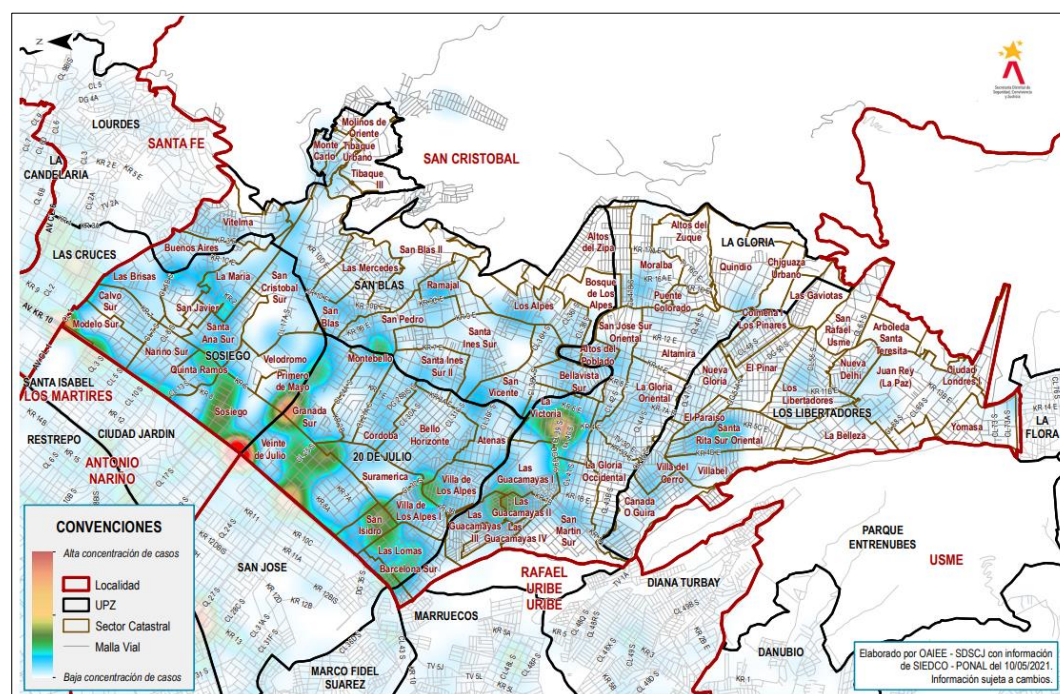
De acuerdo con la encuesta sobre la inseguridad en Bogotá, en el 2020 la percepción del aumento de

³ Denominado como “usuario típico”: hombre de mediana edad con todas sus capacidades intactas y cuyo viaje es pendular y al trabajo” (Hidalgo et al, 2020)

⁴Análisis de datos Siedco. Secretaría Distrital de Seguridad, Convivencia y Justicia.
<https://analitica.scj.gov.co/analytics/saw.dll?Portal>

la inseguridad incrementó a un 76% y personas que se vieron involucradas en un delito alcanzo un porcentaje del 17%. Además, debido a los efectos de la pandemia que impactó considerablemente la economía, las personas se sienten inseguras en un 84% cuando hay aglomeraciones en el espacio público y en un 79% cuando usan el transporte público, índices que desincentivan considerablemente el uso del transporte público no solo por su trayecto dentro del sistema, también por sus tramos en caminata donde el usuario se expone al espacio público lo que puede generar un aumento en el deseo de los usuarios de transporte público a cambiar su modo de viajar hacia el vehículo particular. Este análisis muestra que cualquier medida que se tome a nivel de accesibilidad y movilidad debe llevar también a generar un sistema de circulación peatonal seguro, iluminado y sobre todo con todas las condiciones adecuadas para un desplazamiento cómodo y de forma tranquila.

Figura 51. Mapa de calor de hurtos a personas de San Cristóbal, enero - abril 2021.



Fuente: Boletín mensual de indicadores de seguridad y convivencia, San Cristóbal abril 2021.
Oficina de Análisis de Información y Estudios Estratégicos OAIEE.

9.2 DIAGNÓSTICO DE LOS FLUJOS MOTORIZADOS

Al igual que en el caso de los flujos no motorizados, para construir el diagnóstico y análisis de los flujos motorizados se partió de la caracterización de la oferta y la demanda encontrada en la campaña de campo todos los tipos de vehículos a motor (sostenibles o no) como lo es: vehículos livianos, buses pequeños, buses grandes, camiones pequeños (C2-C3-C4), camiones grandes (C5 ->C5) y motocicleta; Y su interacción con los flujos no motorizados, con base en información disponible y recolectada, conforme se describe a continuación.

El proceso de caracterización de la oferta consistió inicialmente en una inspección visual de las vías

del área de influencia directa e indirecta de la Estación de Retorno de Altamira. Para complementar la información se recurrió a información secundaria de libre acceso de la Secretaría Distrital de Movilidad de Bogotá. Con lo anterior, se logró caracterizar lo siguiente:

- Localización de la red vial de la zona de análisis, identificando entre vías principales y secundarias, carreras y calles.
- Paraderos y rutas de transporte público existente en el área de influencia directa.
- Identificación de puntos y elementos de conflicto
- Transporte informal

La Estación de Retorno que se ubica en el barrio de Altamira limitaría: Al sur con la Calle 43A Sur, al norte con la Calle 43 Sur, al oriente con la carrera 12B Este y al occidente con la carrera 12a Este. Luego del proceso de inspección y con el inventario vial realizado (se presentan los resultados en una sección más adelante) se encontró que dicha infraestructura vial se encuentra en buenas condiciones prestando buena transitabilidad vehicular, aunque al ser todas vías bidireccionales se genera caos en algunas intersecciones por la cantidad de movimientos permitidos y la falta de señalización adecuada. Para la etapa de análisis, al igual que en flujos no motorizados se realizó por accesos, en las estaciones M3, M4, E31 y E33 presentan los cuatro accesos; y la estación E34 solo cuenta con tres accesos norte, sur y occidental (ver Figura 22).

➤ *Transporte Público*

Con relación a la oferta de transporte público dentro de la zona de influencia directa e indirecta se cuenta con un total de 38 rutas de transporte público, 13 del SITP Implementado y 25 del SITP Provisional (ver Figura 52), con un recorrido promedio de 32 y 25 km respectivamente dentro del área de influencia indirecta total del proyecto.

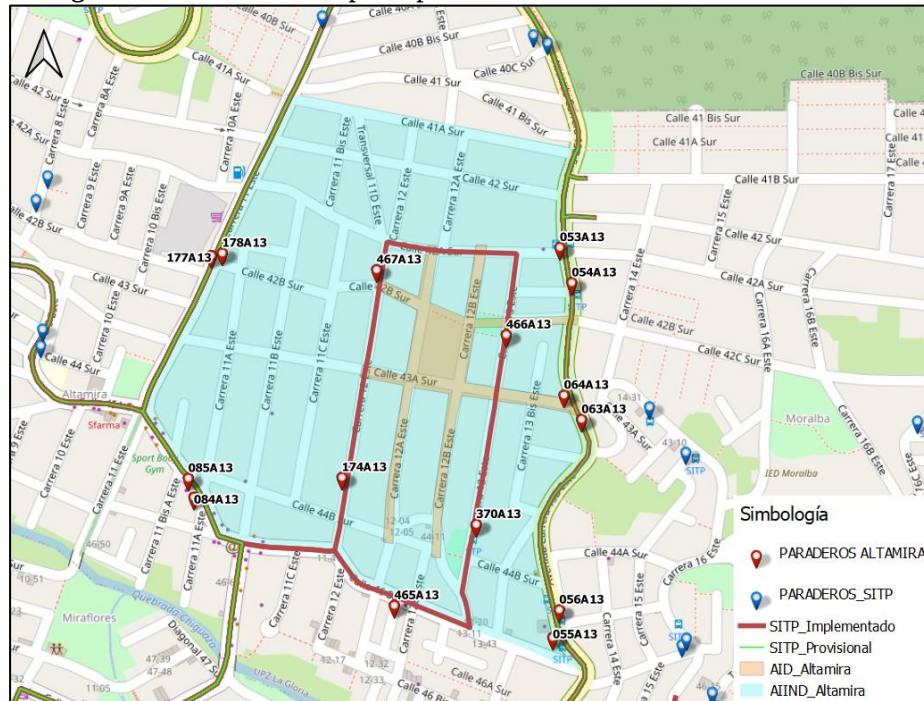
En cuanto a la disponibilidad de paraderos respecto a la estación de retorno, se identificó dentro del AII 15 paraderos. No obstante, conociendo que la zona se caracteriza por un alto porcentaje de viajes a pie, lo cual permite afirmar que existen usuarios con mayor disposición a caminar para tomar su ruta de transporte público del SITP, se encontró que hay un total de 8 paraderos adicionales a 500 metros y 53 paraderos adicionales 1.000 m para que los usuarios puedan continuar con sus respectivas etapas de viaje ya sea transbordo o caminata.

En ese mismo sentido, con respecto a las rutas de transporte público (TP), tanto del SITP provisional como del SITP implementado, se encontró que éstas ofrecen condiciones de conectividad adecuadas para que los usuarios puedan conectarse con otras localidades o a nivel interno de la UPZ La Gloria, donde la partición modal con respecto a los viajes generados en la HMD de la zona se dan principalmente a través de Transmilenio del 32%, seguido por SITP Zonal 21%, SITP Provisional 18%, Alimentador 14% y en menor proporción los otros tipos de TP. Por su parte, los viajes atraídos en la HMD de la zona muestran que se usa en mayor proporción el SITP Zonal 29%, seguido por Alimentador 25%, SITP Provisional 18%, Transmilenio 15% y en menor proporción los otros tipos de TP.

Es así como las rutas provisionales caracterizadas tienen en su mayoría como origen o como destino San Cristóbal, permitiendo el desplazamiento desde localidades como Bosa, Kennedy, Fontibón y Suba; y movilización hacia Bosa, Chapinero, Fontibón, Engativá, Kennedy, Zona neutral, Suba y Usme. Existen 18 rutas que provienen de otras zonas (Usme, Suba, Rafael Uribe y Fontibón) y pasan por el Portal 20 de Julio para la realización del transbordo hacia el sistema de Transmilenio. De esta

forma, el 54% de las rutas tienen como origen localidades diferentes a San Cristóbal y el porcentaje restante se originan en la localidad de San Cristóbal.

Figura 52. Oferta de transporte público alrededor la Estación de Retorno



Fuente: Elaboración propia (2022)

Por su parte, las rutas del SITP implementado les ofrecen la conexión de destino a los habitantes del sector en un 38% interior de San Cristóbal y en 31% con Fontibón y Suba; en cuanto a las personas que se movilizan desde otras zonas de Bogotá hacia la zona de análisis, solo tiene conexión directa en un 2% con Usme, 8% Chapinero, 15% Engativá y Fontibón, el restante (46%) es para la cobertura de la demanda interna. En la Tabla 14 se muestra el resumen de las rutas de transporte público que circulan por la zona

Tabla 14. Oferta de rutas de transporte público en el área de análisis

Nombre Ruta	SITP	ORIGEN	DESTINO
ZP-E31-2	Provisional	SUBA	SAN CRISTOBAL
ZP-C21-3	Provisional	SAN CRISTOBAL	CHAPINERO
ZP-C22-2	Provisional	SAN CRISTOBAL	FONTIBON
ZP-238-2	Provisional	FONTIBON	SAN CRISTOBAL
ZP-133-2	Provisional	SAN CRISTOBAL	ENGATIVA
ZP-E31-1	Provisional	SUBA	SAN CRISTOBAL
ZP-C61-2	Provisional	FONTIBON	SAN CRISTOBAL
ZP-C22-1	Provisional	SAN CRISTOBAL	FONTIBON
ZP-150-2	Provisional	SUBA	USME
ZP-238-1	Provisional	FONTIBON	SAN CRISTOBAL

Nombre Ruta	SITP	ORIGEN	DESTINO
ZP-150-1	Provisional	SUBA	USME
ZP-133-1	Provisional	SAN CRISTOBAL	ENGATIVA
ZP-C61-1	Provisional	FONTIBON	SAN CRISTOBAL
13-9a	SITP Implementado	SAN CRISTÓBAL	SAN CRISTÓBAL
13-12a	SITP Implementado	SAN CRISTÓBAL	SAN CRISTÓBAL
13-6a	SITP Implementado	SAN CRISTÓBAL	SAN CRISTÓBAL
148-1	SITP Implementado	SAN CRISTÓBAL	ENGATIVA
540-1	SITP Implementado	Calle 80	SAN CRISTÓBAL
13-8a	SITP Implementado	SAN CRISTÓBAL	SAN CRISTÓBAL
139-1	SITP Implementado	BOSA	SAN CRISTÓBAL
T30B-1	SITP Implementado	SAN CRISTÓBAL	KENNEDY
256-3	SITP Implementado	SAN CRISTÓBAL	NEUTRA
T30A-1	SITP Implementado	SAN CRISTÓBAL	KENNEDY
111-2	SITP Implementado	KENNEDY	SAN CRISTÓBAL
T43-3	SITP Implementado	SAN CRISTÓBAL	NEUTRA
540-2	SITP Implementado	Calle 80	SAN CRISTÓBAL
P62-1	SITP Implementado	KENNEDY	SAN CRISTÓBAL
P7-2	SITP Implementado	SAN CRISTÓBAL	KENNEDY
T30B-2	SITP Implementado	SAN CRISTÓBAL	KENNEDY
139-2	SITP Implementado	BOSA	SAN CRISTÓBAL
111-1	SITP Implementado	KENNEDY	SAN CRISTÓBAL
117-1	SITP Implementado	BOSA	SAN CRISTÓBAL
P62-2	SITP Implementado	KENNEDY	SAN CRISTÓBAL
148-2	SITP Implementado	SAN CRISTÓBAL	ENGATIVA
T30A-2	SITP Implementado	SAN CRISTÓBAL	KENNEDY
114A-3	SITP Implementado	SAN CRISTÓBAL	NEUTRA
P7-1	SITP Implementado	SAN CRISTÓBAL	KENNEDY
117-2	SITP Implementado	BOSA	SAN CRISTÓBAL

Fuente: Elaboración propia (2022)

Las rutas alimentadoras de la zona comprenden un total de 3 rutas con un intervalo promedio de 6 minutos. Dichas rutas son 13-9a Tihuaque, 13-12a Los Libertadores y 13-6 Juan Rey. Lo cual muestra una falta de cobertura para el Barrio de Altamira y alrededores.

Los paraderos existentes dentro del área de análisis, se caracterizan por no poseer una infraestructura específica de resguardo de usuarios, por el contrario, solo presentan la señal vertical informativa que indica que en dicho sitio es el paradero, incluso en algunos casos no existe el andén adecuado para que los usuarios puedan realizar de forma segura la espera. En la Fotografía 12 y Fotografía 13 se muestran unos ejemplos del tipo y condición de los paraderos en el sector en estudio

Fotografía 12. Paradero sector Carrera 12 Este con Calle 43 Sur



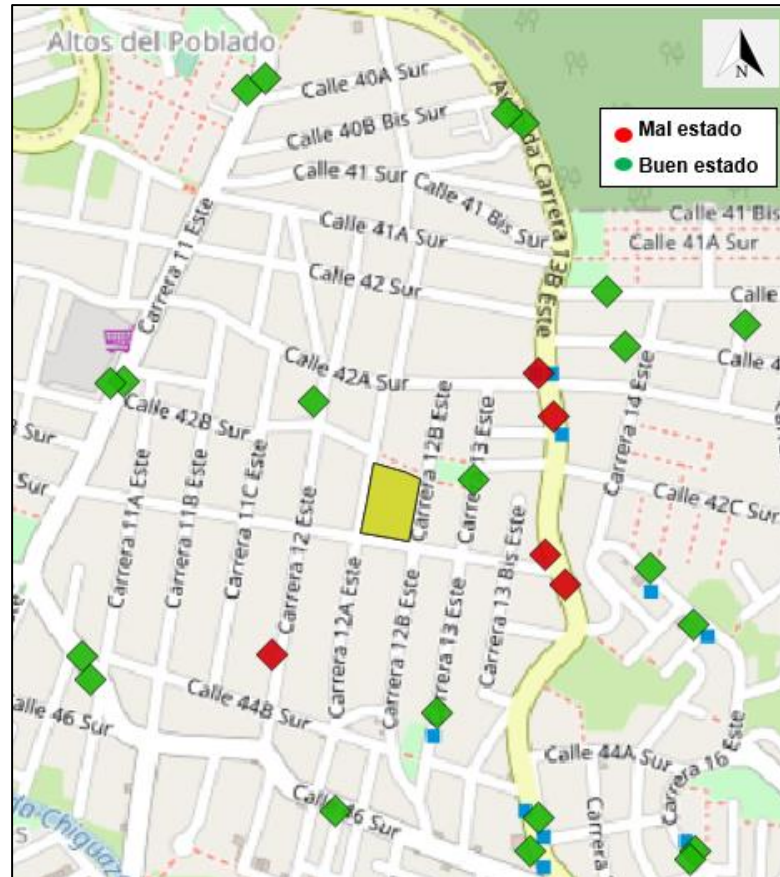
Fuente: Elaboración propia a partir de Google Maps (2022)

Fotografía 13. Paraderos de transporte público sobre la Carrera 13b Este



Fuente: Elaboración propia a partir de Google Maps (2022)

Figura 53. Estado de la infraestructura de espera en paraderos de transporte público



Fuente: Elaboración propia a partir de Google Maps (2022)

En la figura anterior se presenta la caracterización de las zonas de espera (andenes) en paraderos de transporte público dentro de la zona de análisis. Aquellos paraderos que fueron caracterizados en mal estado, se refieren a paraderos donde las condiciones de los andenes donde deben esperar los usuarios no son las más adecuadas, incluso ni existe dicho andén y solo hay un espacio en tierra que no ofrece las condiciones adecuadas (ver Fotografía 14). Dicho comportamiento es común encontrarlo en todos los paraderos ubicados sobre el corredor de la Carrera 13b Este.

Fotografía 14. Paradero con zona de espera en mal estado sobre la Carrera 13b Este



Fuente: Elaboración propia a partir de Google Maps (2022)

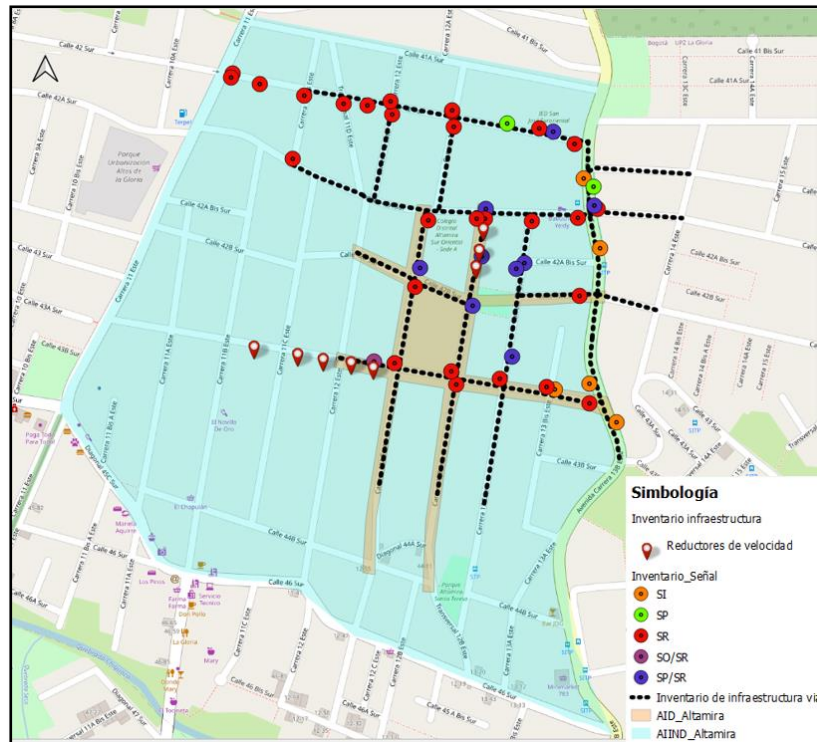
➤ *Infraestructura de regulación y control*

Complementariamente, dentro del componente de flujos motorizados se hacía necesario conocer el tipo de infraestructura vial y de regulación dentro del área de análisis con el fin de conocer la oferta disponible y si esta brinda la regulación, protección y armonía necesaria para que todos los actores viales transiten sin presentar altos niveles de accidentalidad u obstruyen el correcto flujo de modos. Por tal motivo, se realizó el inventario de infraestructura vial, sistemas de reguladores de tránsito y señalización vertical (ver Figura 54).

Se identificaron un total de 44 señales verticales, que alertan al conductor a pesar de encontrarse algunas un poco deterioradas por falta de pintura o dobladas (ver Fotografía 15). Por lo tanto, dichas señales requerirán mantenimiento y reparación, lo cual quedará establecido a nivel de recomendación en el presente documento. Las señales encontradas en el proceso de inspección fueron las siguientes:

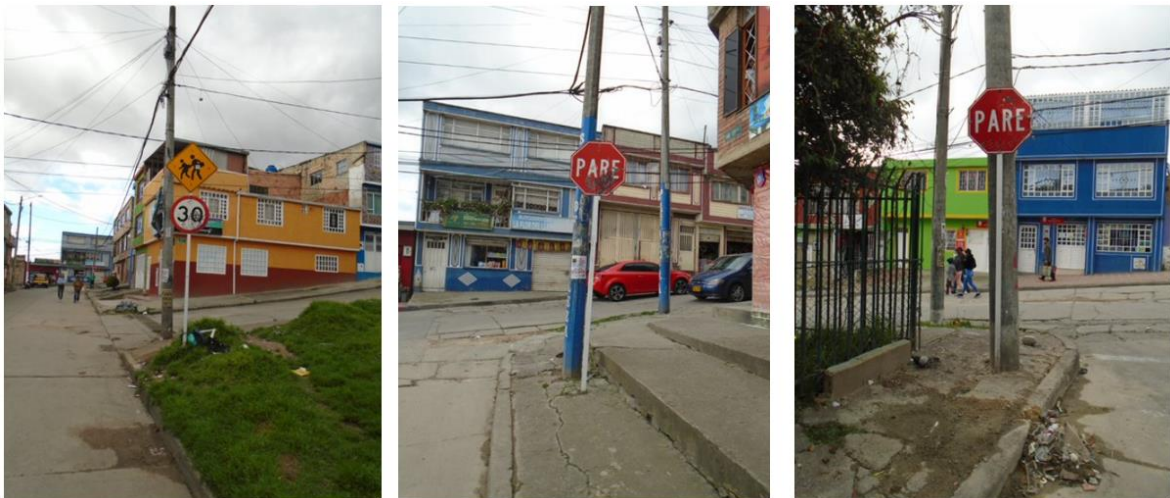
- Informativas (SI) tienen por objeto guiar al usuario a lo largo de su itinerario por calles y carreteras.
- Reglamentaria (SR) que notifican a los usuarios de las vías las prioridades en el uso de las mismas; así como las limitaciones, restricciones, obligaciones y autorizaciones existente. Presentando en gran medida señales de PARE por la zona escolar y velocidad máxima permitida de 30 km/h por los equipamientos escolares y el centro de salud.
- Preventivas (SP), son aquellas que advierten a los usuarios en la vía la existencia y naturaleza de riesgo para tomar precauciones del caso, dependiendo de la señal presentada. Para este caso, la señal sobresaliente de este grupo fue la de zona escolar.

Figura 54. Inventario vial de regulación alrededor de la Estación de Retorno



Fuente: Elaboración propia (2022)

Fotografía 15. Estado de señalización en el AII



Fuente: Elaboración propia a partir de Google Maps (2022)

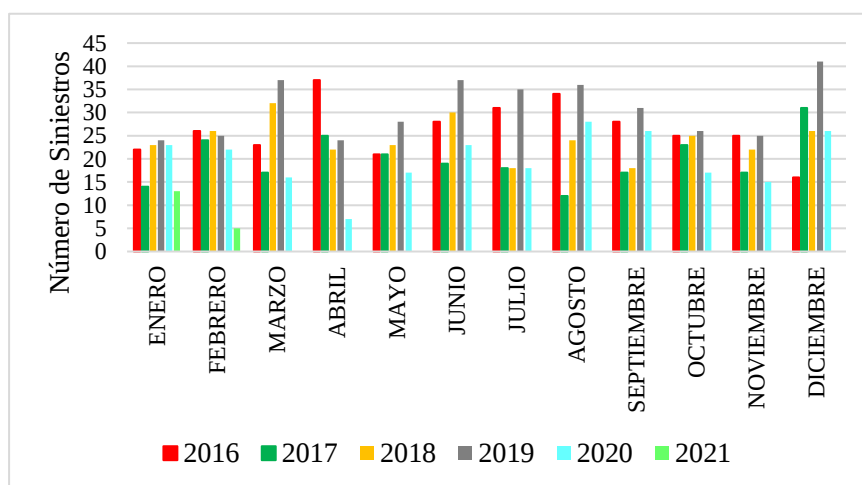
➤ Siniestralidad

Asimismo, se hizo una caracterización de la siniestralidad en la zona de influencia de la estación de transferencia. Para ello se consultó la información histórica de siniestros de la Alcaldía Mayor de Bogotá y la Secretaría Distrital de Movilidad. Las estadísticas a nivel general en la zona abarcan los siniestros viales desde enero del 2016 hasta febrero de 2021. En dicho periodo de tiempo, el año con mayores registros de siniestros corresponde al año 2019, seguido por el año 2016. El mes de diciembre el de más altos registros, seguido por los meses de marzo, junio y agosto. En las siguientes figuras se muestran las estadísticas por año y por mes.

Al revisar la estadística según el día de la semana se encuentra que son los días de fin de semana (viernes y sábado) los de mayor presencia de siniestros, sin embargo, la diferencia del número de siniestros en estos días con respecto a los otros días de la semana no es muy alta. En la Figura 56 se muestra como es la distribución de siniestros según el día de la semana.

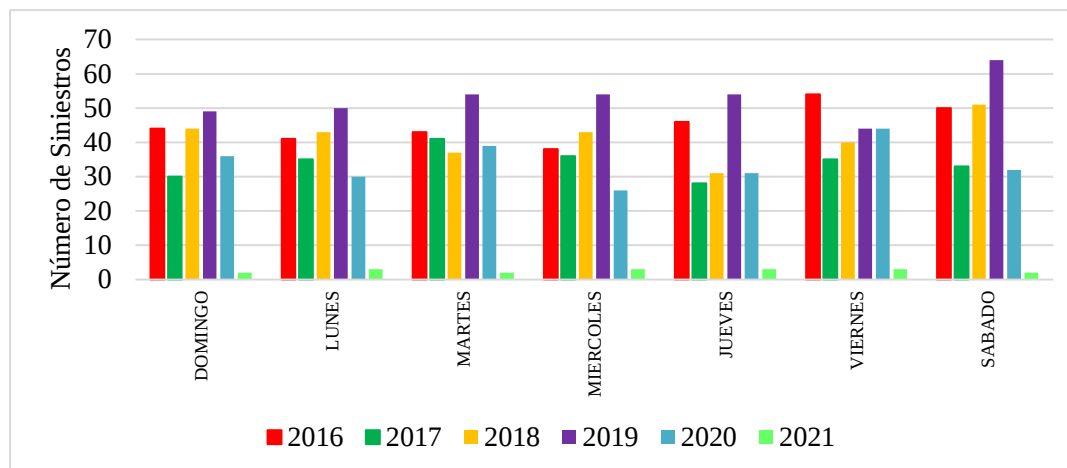
Las estadísticas generales de la zona también muestran que la mayor proporción de siniestros son con *heridos* (50.3%), seguido de *solo daños* (47.0%) y solo el 2.7% *con muertos*, siendo el año 2019 el de mayor cantidad de siniestros con muertos (29% del total de siniestros con muertos en el periodo de análisis), seguido por el año 2016.

Figura 55. Número de siniestros viales por mes



Fuente: Elaboración propia a partir de la información de la SDM (2022)

Figura 56. Número de siniestros por día de la semana

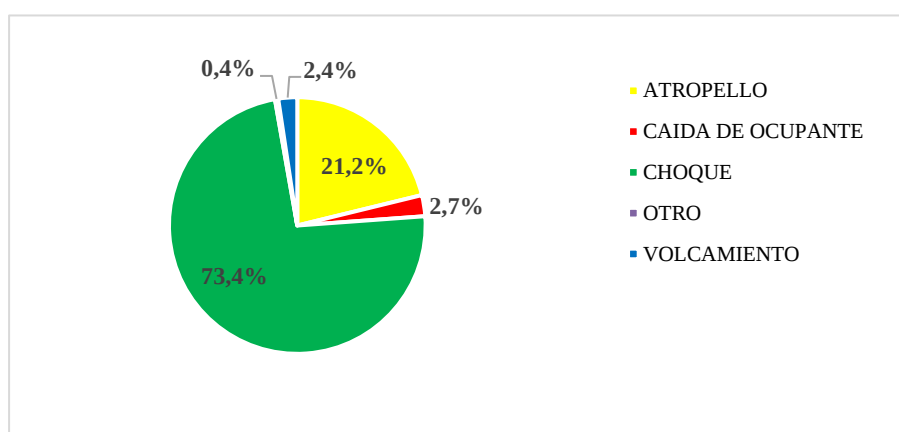


Fuente: Elaboración propia a partir de la información de la SDM (2022)

Asimismo, al revisar el actor vial que se ve involucrado en el siniestro se encuentra que para los registros con muertos el 45% son peatones, el 30% motociclistas, 12.5% ciclistas y 12.5% pasajeros. se observa que el peatón es el actor más vulnerable en esta zona, seguido del motociclista.

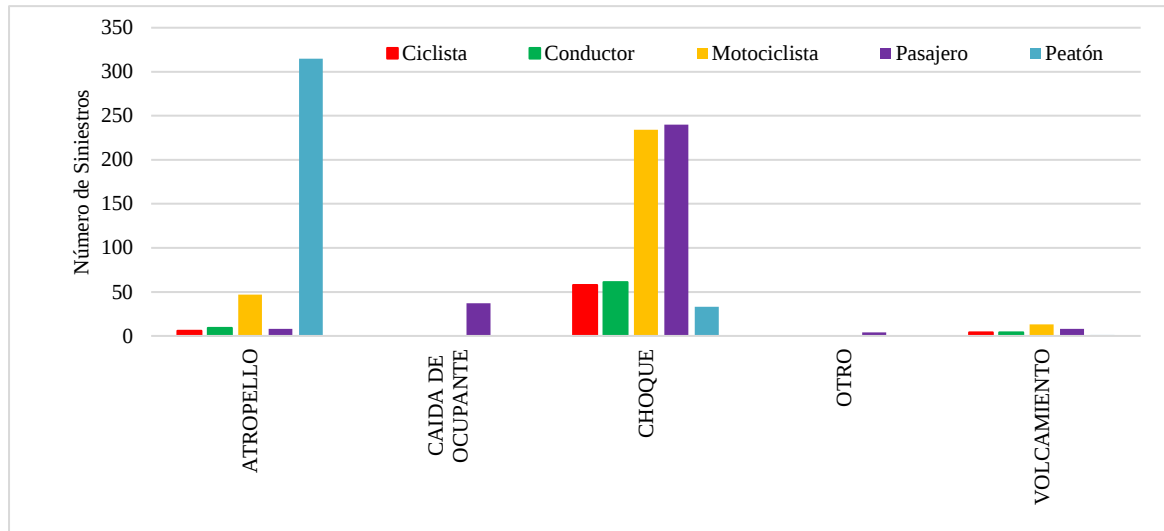
Al revisar por clase de siniestro (ver Figura 57) se obtiene que la mayor proporción son choques (73.4%), seguido de atropello con 21.2%, caída de ocupante con 2.7% y volcamiento con 2.4%. Dentro de dicha estadística se resalta que en siniestros tipo atropello es el peatón el de mayor participación (90%). En siniestros tipo choque es el motociclista y pasajero (80%) el de mayor participación (ver Figura 58). El ciclista se ve afectado principalmente en siniestros tipo choque, con el 85% de participación en dicha categoría

Figura 57. Clase de siniestro



Fuente: Elaboración propia a partir de la información de la SDM (2022)

Figura 58. Clase de siniestro y actor vial

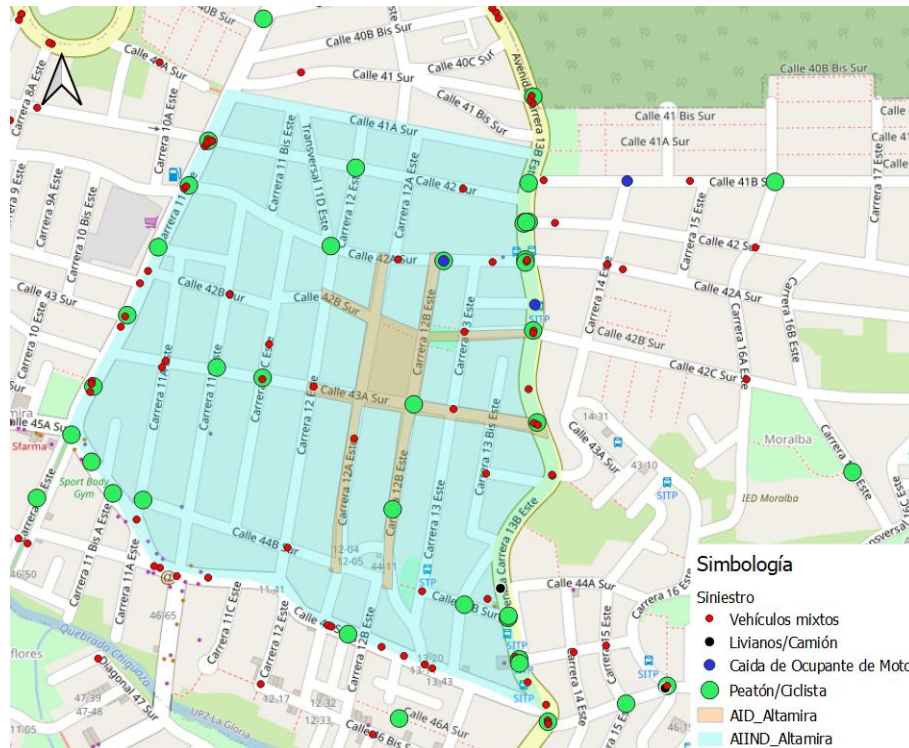


Fuente: Elaboración propia a partir de la información de la SDM (2022)

Al revisar a nivel general las principales causas de ocurrencia identificadas se tiene que la causa *Otra* (19.5%) es la de mayor identificación, seguida por *desobedecer señales* (15.5%), le siguen *adelantar invadiendo vía* y *no mantener distancia de seguridad* con el 8.1%. La anterior estadística también permite observar que la condición conductora tiene mayor presencia en la causa *desobedecer señales* (19%) y *adelantar invadiendo vía* (11%) y para el peatón la causa más recurrente es *cruzar sin observar* (40%).

Una vez hecha la caracterización de siniestralidad a nivel general se hizo un análisis más detallado de los registros con que se contaban a nivel de la zona de influencia directa de la estación de retorno. En la siguiente figura se muestran los siniestros desagregados por gravedad alrededor de cada estación.

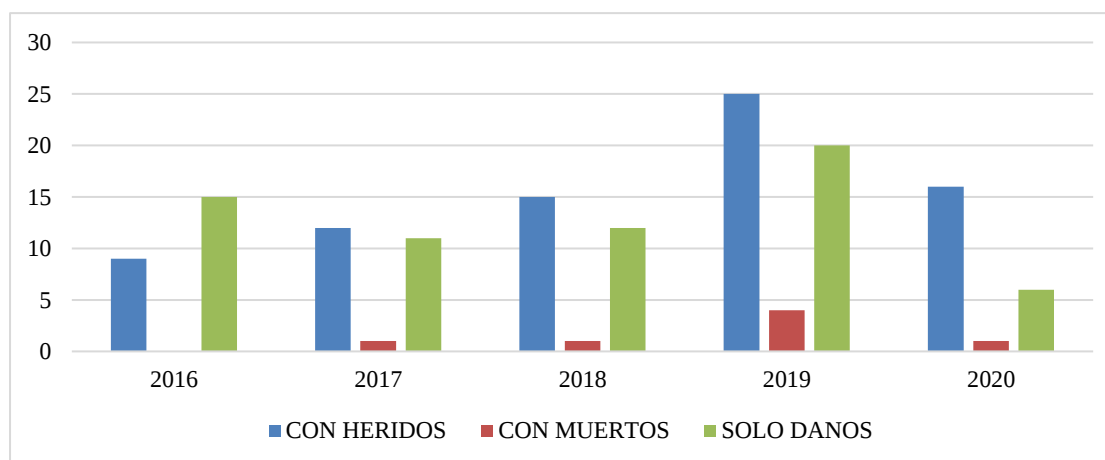
Figura 59. Actor vial involucrado en siniestros viales estación de retorno



Fuente: Elaboración propia a partir de la información de la SDM (2022)

A partir del análisis anterior, se identificaron los puntos críticos por siniestralidad para la estación de retorno, encontrándose que sobre la Carrera 11 Este, Avenida Carrera 13B Este y Calle 46 Sur y sobre la calle 43a Sur en las inmediaciones de la ubicación de la estación se concentra una cantidad (aunque no deja de ser un tema de análisis) de siniestros con muertos, principalmente en las intersecciones de la Avenida Carrera 13B Este con Calle 43a Sur, Calle 46 Sur con Carrera 11Bis A Este y Carrera 11 Este con Calle 43 Sur, que coinciden con los tramos con mayor concentración de flujo vehicular. También se identificaron varios puntos de siniestralidad con heridos, especialmente para los corredores de la Avenida Carrera 13B Este y Carrera 11 Este. Finalmente, al revisar los registros por tipo de siniestro se observa que el de mayor presencia es la categoría choque (72%), seguido de la categoría atropello (25%), volcamiento y caída del ocupante con 2% cada uno.

Figura 60. Tipo de siniestros viales en el AII



Fuente: Elaboración propia (2022)

El análisis presentado permite concluir:

- Que se identifica un número medio de eventos con heridos diseminados por toda la zona de análisis, principalmente sobre la Avenida carrera 13B Este y Carrera 11 Este.
- El AID y AII no cuentan con reguladores de tráfico, tales como semáforos, además, los reductores de velocidad como las cebras peatonales están totalmente desgastadas y no prestan ningún servicio.
- De igual manera, los eventos de solo daños se localizan a lo largo y ancho de toda el área de estudio.

Lo anteriormente señalado da cuenta de que, en general, la zona presenta índices de siniestralidad bajos en comparación de otras zonas de Bogotá pero altamente preocupante por ser una zona residencial; requiriendo de medidas de solución de tránsito y campañas de sensibilización que logren bajar a cero el número de siniestros viales, entendiendo que un accidente de tránsito tiene características multicausales (multifactorial), al ser varias las causas que intervienen para que este suceda y se genera, existe una responsabilidad compartida entre diseñadores (ingenieros civiles y urbanistas), conductores, operadores, gobierno (vacíos jurídicos en la aplicación de las normas) y usuarios de la vía.

➤ *Transporte Informal*

Por otro lado, la EODH-2019 no refleja un porcentaje de viajes en transporte informal, como parte de las visitas y recorridos realizados por el equipo consultor en las zonas alrededor de la localización de la futura estación de retorno, no se identificaron sectores de transporte informal.

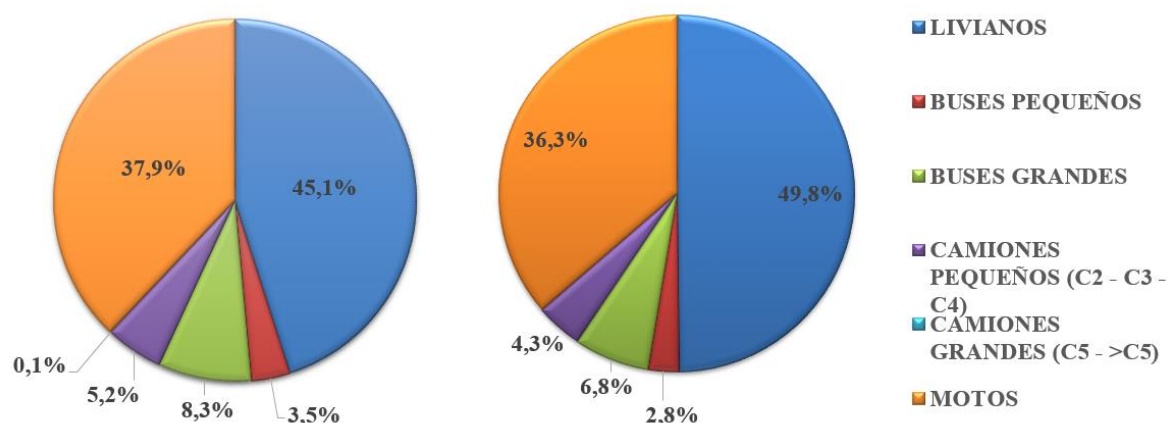
➤ *Caracterización de la demanda*

Posterior a la caracterización de la oferta con el fin de conocer la disponibilidad de recursos, se analizó la demanda de los flujos motorizados en el área directa del proyecto identificados después del desarrollo de la campaña de campo y para el área de influencia indirecta se valió de información de la Secretaría Distrital de Movilidad para conocer el comportamiento en términos de movilidad.

En primer lugar, se adelantó una caracterización de la distribución modal a partir de la información de la EODH de 2019, se encontró que el principal motivo de los viajes es el de volver a casa con 37% de participación, seguido del motivo trabajo con el 20%, y estudio con el 14%. Los demás motivos de viajes son poco representativos. Además, el principal motivo de los viajes atraídos es volver a casa con un 56% de participación respecto al total. Por otro lado, el modo principal en el que se realizan los viajes generados en la localidad de San Cristóbal es caminata y en segundo lugar el transporte público, con Transmilenio y SITP Zonal. El modo principal en el que se realizan los viajes atraídos en la localidad de San Cristóbal es caminata como modo principal con 44 % y en segundo lugar los modos de transporte público, Transmilenio y SITP Zonal con cerca del 12% de participación en ambos casos. De acuerdo al anterior análisis, se observa que el modo predominante de los viajes generados y atraídos en la localidad de San Cristóbal es la caminata, con un porcentaje de participación del 45%. Sin embargo, al sumar los viajes realizados en transporte público (Transmilenio, SITP zonal, SITP provisional, Alimentados y taxi), representan cerca del 40% de los viajes totales.

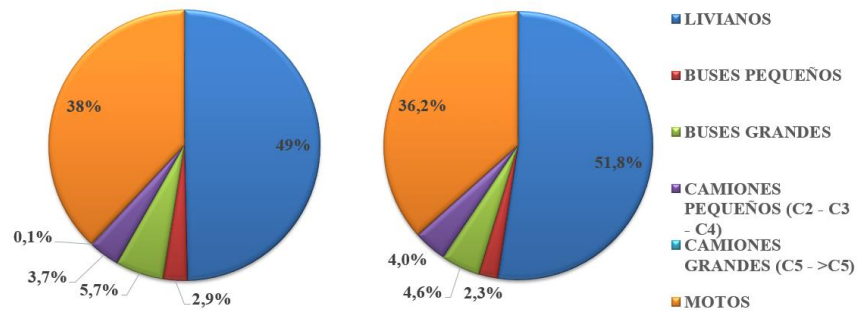
Posteriormente, con la información recopilada, se caracterizó: la magnitud, distribución de volúmenes vehiculares a nivel de accesos a lo largo del periodo de análisis establecido por cada estación de aforo para los días típicos y atípicos, distribución por tipo de vehículo en cada intersección y la identificación de la hora de máxima demanda para vehículos mixtos (incluyendo transporte público). En las siguientes figuras, se muestran los resultados obtenidos por estación de la partición modal motorizada.

Figura 61. Flujos motorizados en la estación M3 para día típico (izq) y atípico (der).



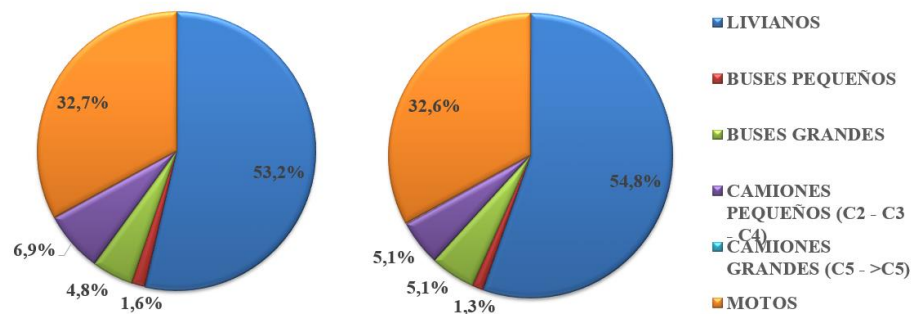
Fuente: Elaboración propia (2022)

Figura 62. Flujos motorizados en la estación M4 para día típico (izq) y atípico (der).



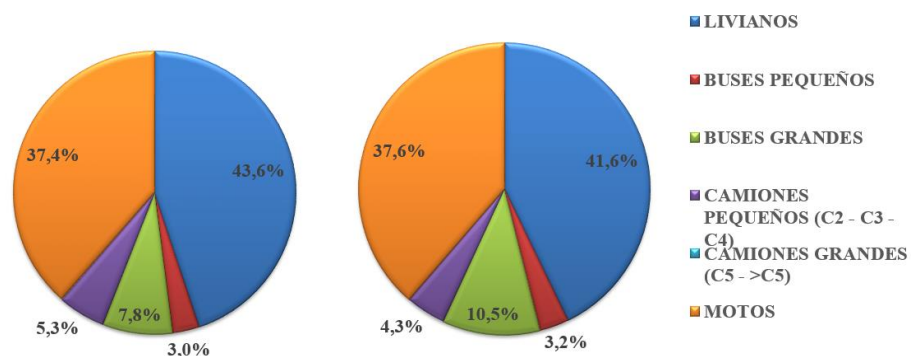
Fuente: Elaboración propia (2022)

Figura 63. Flujos motorizados en la estación E31 para día típico (izq) y atípico (der).



Fuente: Elaboración propia (2022)

Figura 64. Flujos motorizados en la estación E34 para día típico (izq) y atípico (der).

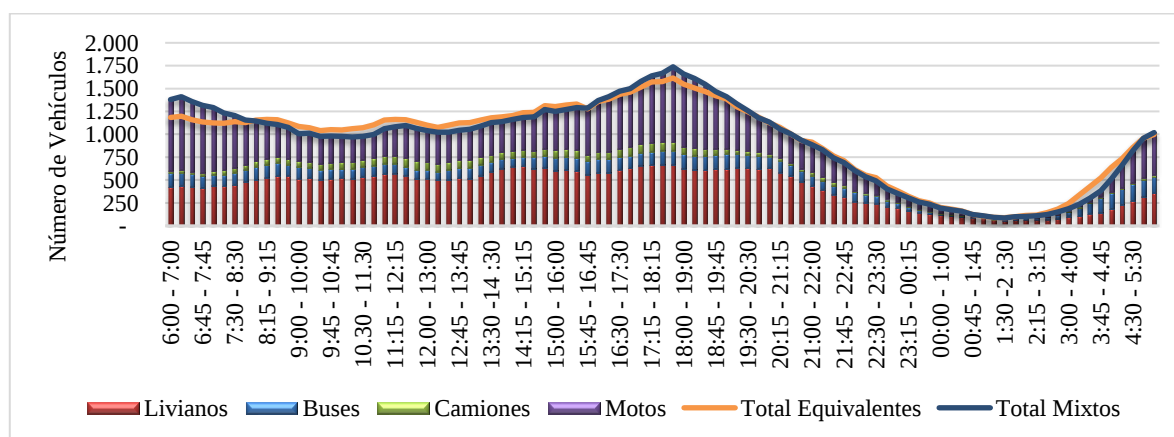


Fuente: Elaboración propia (2022)

Como se puede observar de las figuras anteriores, la distribución de los flujos motorizados tiene una variación menor del 8% para los segmentos de buses y camiones pequeños, para los vehículos livianos y motos tienen un aumento entre el 5 a 10% entre la estación Específica y Maestra. La participación de los vehículos livianos en los días típicos es mayor con respecto a los atípicos por el mayor uso de estos y mayor frecuencia de las rutas de transporte público. Complementariamente, no se observa presencia de vehículos pesados (Camiones grandes), esto principalmente se da ya que la zona tiene una prioridad en uso de suelo residencial y la única vía arterial (Avenida Carrera 13b Este) apta para el tránsito de este tipo de vehículos está en el extremo oriente del AII.

Por otra parte, ante la necesidad de la identificación del periodo del modelo de microsimulación, descrito y analizado posteriormente, se hizo un análisis de viajes concurrentes para periodos de 15 minutos en transporte público. Dicho análisis, permitió establecer la hora de máxima demanda, y si este ocurría AM, PM y fin de semanas (FS). Sin embargo, los puntos de análisis de movilidad mostraron un comportamiento fuera de lo normal similar a lo encontrado en los flujos peatonales, ya que las horas de la mañana en la mayoría de las estaciones no se presenta un pico. La hora de máxima demanda para el caso de la estación M3 mostró para el día típico 1.738 vehículos mixtos/hora entre las 17:45 – 18:45, siendo el mayor pico presentado en el día. Siendo el acceso norte el más cargado con una participación del 69.2% del total que transita por la intersección (ver Figura 65).

Figura 65. Distribución horaria de flujos motorizados estación M3, día típico.



Fuente: Elaboración propia (2022)

Tabla 15. Volúmenes de tráfico mixto en HMD por giro/acceso estación M3, día típico.

HMD	Giro	Acceso	Liviano	Buses pequeños	Buses grandes	Camiones*	Camiones**	Motos	Total Mixtos
17:45 - 18:45	1	Norte / Sur	423	28	51	39	1	631	1193
	9(1)	Norte / Occidente	19	0	0	1	0	21	2
	5	Norte / Oriente	4	0	0	0	0	3	7
	2	Sur / Norte	169	26	42	48	1	130	435
	9(2)	Sur / Oriente	0	0	0	0	0	0	0
	6	Sur / Occidente	21	6	0	1	0	4	32
	4	Oriente / Occidente	2	0	0	0	0	4	6
	9(4)	Oriente / Norte	4	1	0	0	0	2	7

HMD	Giro	Acceso	Liviano	Buses pequeños	Buses grandes	Camiones*	Camiones**	Motos	Total Mixtos
	8	Oriente / Sur	1	0	0	0	0	1	2
	3	Occidente / Oriente	0	0	0	0	0	6	6
	7	Occidente / Norte	10	0	0	0	0	10	20
	9(3)	Occidente / Sur	14	0	0	0	0	14	28

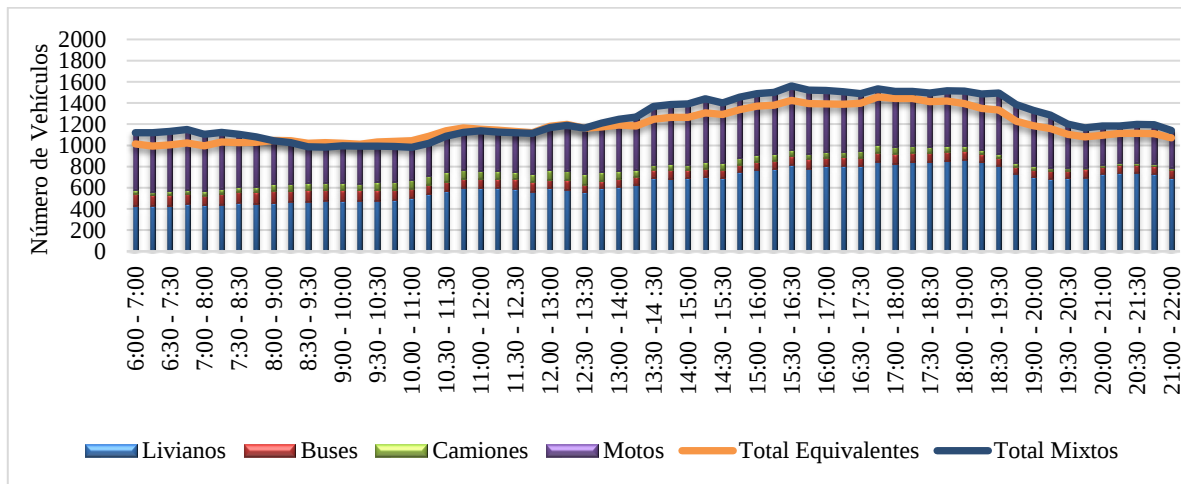
Fuente: Elaboración propia (2022)

*Camiones pequeños: (C2 - C3 - C4)

**Camiones grandes: (C5- >C5)

Para el día atípico en la estación M3 la HMD de flujo motorizado, se da también en las horas de la tarde entre las 15:30 a 16:30 con 1.565 vehículos mixtos/ hora, con el acceso norte más cargado con un 63,6% de ingreso de vehículos mixtos por él con movimiento predominantes de motos y automóviles. (ver Figura 66 y Tabla 16)

Figura 66. Distribución de la demanda de flujos motorizados estación M3, día atípico.



Fuente: Elaboración propia (2022)

Tabla 16. Volúmenes de tráfico mixto en HMD por giro/acceso estación M3, día atípico.

HMD	Giro	Acceso	Liviano	Buses pequeños	Buses grandes	Camiones *	Camiones**	Motos	Total Mixtos
15:30 - 16:30	1	Norte /Sur	501	15	41	37	0	355	969
	9(1)	Norte / Occidente	27	0	0	0	0	22	0
	5	Norte / Oriente	8	0	0	0	0	2	10
	2	Sur / Norte	186	13	40	16	0	163	437
	9(2)	Sur / Oriente	2	0	0	0	0	0	2
	6	Sur / Occidente	33	0	0	0	0	1	34
	4	Oriente / Occidente	6	1	0	2	0	7	16
	9(4)	Oriente / Norte	10	0	0	1	0	2	13
	8	Oriente / Sur	2	0	0	0	0	1	3

HMD	Giro	Acceso	Liviano	Buses pequeños	Buses grandes	Camiones *	Camiones**	Motos	Total Mixtos
	3	Occidente / Oriente	2	0	0	0	0	4	6
	7	Occidente / Norte	15	0	0	0	0	12	27
	9(3)	Occidente / Sur	24	0	0	2	0	22	48

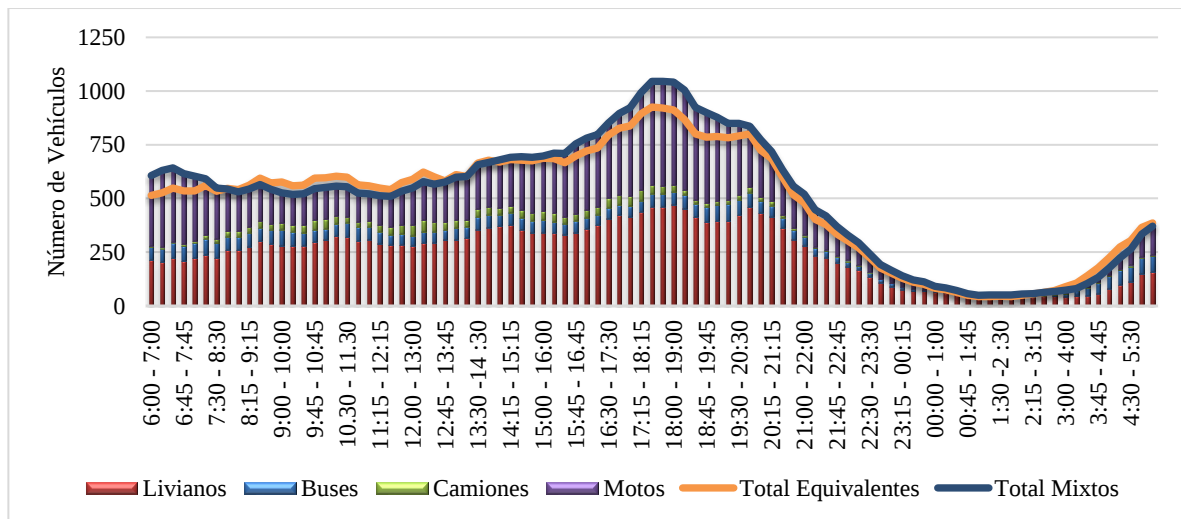
Fuente: Elaboración propia (2022)

*Camiones pequeños: (C2 - C3 - C4)

**Camiones grandes: (C5- >C5)

De forma paralela se evaluó el comportamiento a lo largo del día en la estación M4 en el día típico su comportamiento se presenta un pequeño incremento en la demanda vehicular entre las 6:30 a 7:30 a.m. pero no sobre pasando los 700 vehículos mixtos /hora, sin embargo, su HDM se da entre las 18:00 a 19:00 de la tarde con un total de 1041 vehículos mixtos/hora, siendo el acceso más cargado el occidental con un 45% de participación. Al igual que en la estación M3 los vehículos livianos y las motos tienen una gran incidencia en el tráfico de la zona (ver Figura 67 y Tabla 17)

Figura 67. Distribución de la demanda de flujos motorizados estación M4, día típico.



Fuente: Elaboración propia (2022)

Tabla 17. Volúmenes de tráfico mixto en HMD por giro/acceso estación M4, día típico.

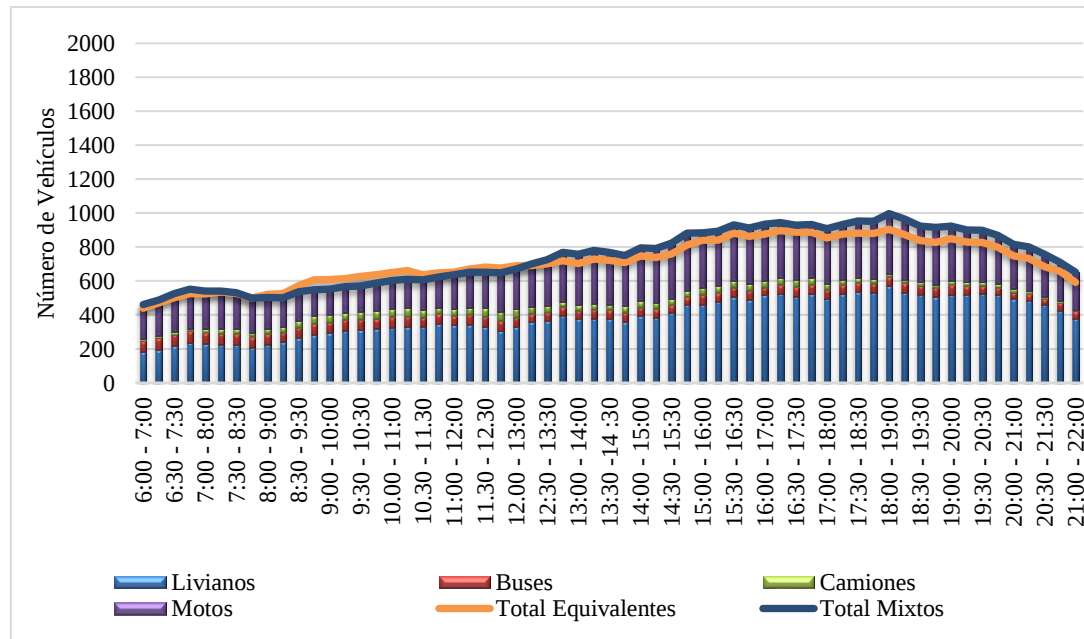
HMD	Giro	Acceso	Liviano	Buses pequeños	Buses grandes	Camiones*	Camiones**	Motos	Total Mixtos
18:00 - 19:00	1	Norte / Sur	132	9	16	7	0	204	368
	5	Norte / Oriente	9	1	0	0	0	9	19
	2	Sur / Norte	64	4	19	0	0	39	126
	9(2)	Sur / Oriente	14	0	0	0	0	4	18
	9(4)	Oriente / Norte	7	0	0	0	0	2	9
	8	Oriente / Sur	17	4	0	5	0	6	32

HMD	Giro	Acceso	Liviano	Buses pequeños	Buses grandes	Camiones*	Camiones**	Motos	Total Mixtos
	3	Occidente / Oriente	109	1	1	11	0	137	259
	7	Occidente / Norte	13	0	0	3	0	6	22
	9(3)	Occidente / Sur	106	6	0	6	0	70	188

Fuente: Elaboración propia (2022)

La HMD vehicular para el día atípico de la estación M4 se presenta un comportamiento inusual por no presentar picos a lo largo del día y con un crecimiento gradual en la demanda, manteniendo los niveles de flujos vehiculares que varían entre los 400 a los 1.000 vehículos mixtos/hora. Con respecto a la HMD, esta se da en el mismo rango horario que el día típico entre las 18:00 a 19:00 alcanzando los 1037 vehículos mixtos/hora, donde la diferencia con respecto al día típico no es muy relevante mostrando una dinámica en términos de movilidad constante. Para este día, el acceso más cargado se observa proveniente del occidente (ver Figura 68)

Figura 68. Distribución de la demanda de flujos motorizados estación M4, día atípico.



Fuente: Elaboración propia (2022)

Tabla 18. Volúmenes de tráfico mixto en HMD por giro/acceso estación M4, día atípico.

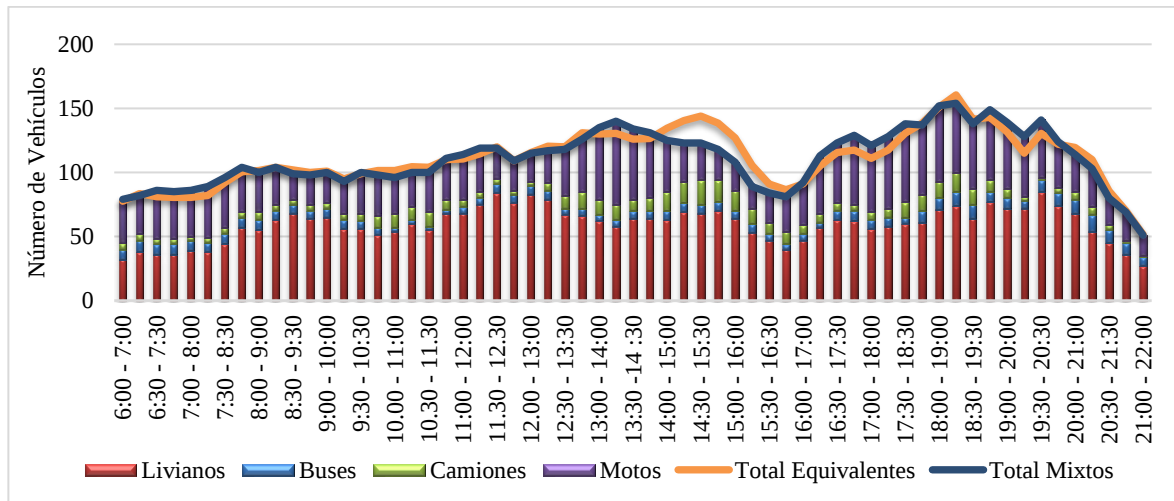
HMD	Giro	Acceso	Liviano	Buses pequeños	Buses grandes	Camiones*	Camiones**	Motos	Total Mixtos
18:00 – 19:00	1	Norte /Sur	135	7	14	4	0	128	288
	5	Norte / Oriente	5	1	0	0	0	6	12
	2	Sur / Norte	79	4	22	3	0	42	150
	9(2)	Sur / Oriente	13	0	0	0	0	5	18
	9(4)	Oriente / Norte	4	0	0	0	0	2	6
	8	Oriente / Sur	39	1	0	3	0	11	54

HMD	Giro	Acceso	Liviano	Buses pequeños	Buses grandes	Camiones*	Camiones**	Motos	Total Mixtos
	3	Occidente / Oriente	175	1	0	7	0	90	273
	7	Occidente / Norte	18	0	0	0	0	8	26
	9(3)	Occidente / Sur	101	3	0	4	0	62	170

Fuente: Elaboración propia (2022)

Con respecto a las estaciones específicas, en estas se evidenciaba la afectación por el efecto COVID-19 más marcada que en las estaciones maestras por estar en vías que no son principales y no presentando en ninguna de estas un pico en las horas de la mañana. Para la estación específica E31 que se encuentra justo en la esquina Sur-Occidental donde se construirá la estación de retorno del sistema de cable aéreo para el barrio Altamira (Carrera 12a Este con Calle 43a Sur) muestra un incremento progresivo en la demanda a lo largo del día con una pequeña caída en las horas de la tarde, pero con una posterior recuperación para alcanzar su HMD hacia las 18:15 a 19:15 con 154 vehículos mixtos/hora, con mayor participación el acceso oriente y los flujos de vehículo liviano y motocicletas.

Figura 69. Distribución de la demanda de flujos motorizados estación E31, día típico



Fuente: Elaboración propia (2022)

Tabla 19. Volúmenes de tráfico mixto en HMD por giro/acceso estación E31, día típico

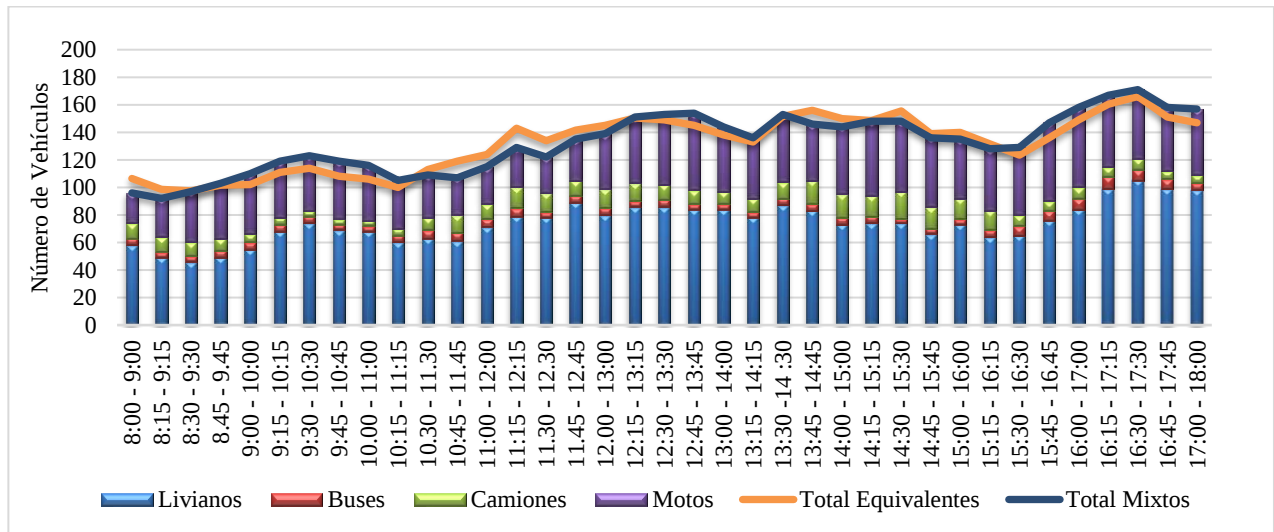
HMD	Giro	Acceso	Liviano	Buses pequeños	Buses grandes	Camiones*	Camiones**	Motos	Total Mixtos
18:15 - 19:15	1	Norte / Sur	2	0	5	0	0	8	15
	9(1)	Norte / Occidente	3	0	0	0	0	1	4
	5	Norte / Oriente	0	0	0	1	0	2	3
	2	Sur / Norte	5	0	0	0	0	5	10
	9(2)	Sur / Oriente	3	0	0	0	0	1	4
	6	Sur / Occidente	1	0	0	1	0	0	2

HMD	Giro	Acceso	Liviano	Buses pequeños	Buses grandes	Camiones*	Camiones**	Motos	Total Mixtos
	4	Oriente / Occidente	33	3	0	6	0	14	56
	9(4)	Oriente / Norte	3	0	0	1	0	0	4
	8	Oriente / Sur	2	1	0	0	0	1	4
	3	Occidente / Oriente	16	2	0	3	0	19	40
	7	Occidente / Norte	1	0	0	0	0	0	1
	9(3)	Occidente / Sur	5	0	0	3	0	3	11

Fuente: Elaboración propia (2022)

La HDM vehicular para el día atípico de la estación E31 se presenta entre las 16:30 a 17:30 alcanzando los 174 vehículos mixtos/hora, donde la diferencia con respecto al día típico no es muy relevante mostrando una dinámica en términos de movilidad constante. Para este día, los accesos más cargados provenientes del occidente y oriente de la zona (ver Figura 70 y Tabla 20)

Figura 70. Distribución de la demanda de flujos motorizados estación E31, día atípico



Fuente: Elaboración propia (2022)

Tabla 20. Volúmenes de tráfico mixto en HMD por giro/acceso estación E31, día atípico

HMD	Giro	Acceso	Liviano	Buses pequeños	Buses grandes	Camiones*	Camiones**	Motos	Total Mixtos
16:30 - 17:30	1	Norte / Sur	9	4	0	6	0	20	39
	9(1)	Norte / Occidente	5	0	0	2	0	6	13
	5	Norte / Oriente	1	1	0	0	0	3	5
	2	Sur / Norte	4	0	0	7	0	8	38
	9(2)	Sur / Oriente	1	0	0	2	0	2	5

HMD	Giro	Acceso	Liviano	Buses pequeños	Buses grandes	Camiones*	Camiones**	Motos	Total Mixtos
	6	Sur / Occidente	4	0	1	2	0	8	15
	4	Oriente / Occidente	36	2	1	13	4	50	106
	9(4)	Oriente / Norte	1	0	0	0	0	1	2
	8	Oriente / Sur	2	1	1	1	0	7	12
	3	Occidente / Oriente	37	0	5	12	0	56	110
	7	Occidente / Norte	0	0	0	2	0	1	3
	9(3)	Occidente / Sur	1	0	0	0	0	1	2

Fuente: Elaboración propia (2022)

Al igual que en los aforos peatonales también se hizo la revisión de los flujos vehiculares para lo cual se utilizó información de aforos del Plan de Monitoreo de la SDM. El comportamiento del flujo motorizado que circula por la Carrera 11 Este es similar al de la Avenida Carrera 13b Este, esto se debe principalmente a que ambas vías tienen sentidos de circulación bidireccionales. En el pico de la tarde se invierte en la franja horaria de mayor flujo es mayor en la Avenida Carrera 13b Este. Esto se debe principalmente por la actividad comercial que tiene el corredor con respecto a los otros del AID y AII de Altamira, por las características de la vía y el paso de las rutas de transporte público, tal y como se detalló en la estación M3.

Como ocurrió con los aforos peatonales, los aforos vehiculares realizados mostraron que, debido a la pandemia generada por la COVID-19, los patrones de viaje de modos motorizados se afectaron, provocando que el pico AM se haya aplanado, probablemente debido que un alto porcentaje de las personas se encuentra realizando teletrabajo y a la fecha de los aforos muchos estudiantes aún continuaban en clases virtuales. Sin embargo, esto no significa que ese comportamiento se vaya a mantener, de ahí la importancia de hacer un ajuste de la información primaria para eliminar o disminuir el efecto producido por la pandemia.

Una vez realizado el respectivo análisis con información primaria de la distribución horaria de los viajes tanto de flujos no motorizados como flujos motorizados concurrentes en cada punto de considerado estratégico para el Estudio de Tránsito y Transporte de la Estación de Retorno, se considera de vital relevancia el proceso de ajuste de información primaria con información secundaria proveniente del plan de monitoreo de la SDM para aislar el efecto de la pandemia sobre la información recopilada y que fue usada en la conformación, validación y calibración de los modelos de microsimulación. Se utilizaron dos puntos del Plan de Monitoreo que estaban cerca con los puntos de toma de información, lo cual permitió hacer un ajuste muy preciso de las condiciones sin COVID-19.

En primer lugar, los aforos de las estaciones del Plan de Monitoreo correspondían a datos del 2016 y 2018, por lo cual fue necesario proyectarlos al año 2021 utilizando las tasas de crecimiento modal con que cuenta la Secretaría Distrital de Movilidad y la EODH-2019.

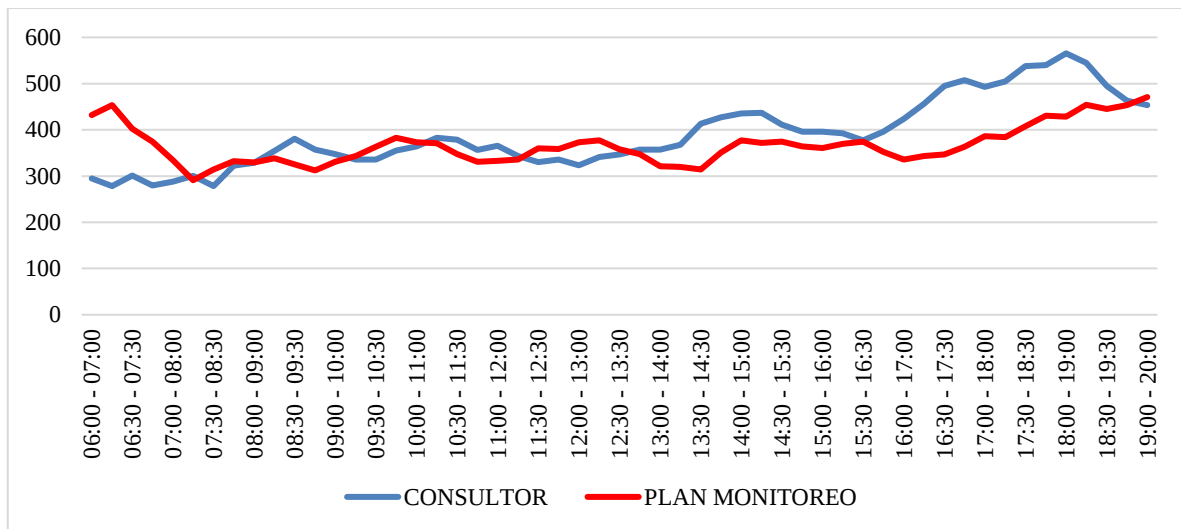
A continuación, se muestran el detalle del análisis por modo para la estación M3 en el día típico y los resultados para la otra estación se presentan a modo de resumen.

Para los autos del punto M3 en el día típico en la Figura 71 se muestra la comparación entre los datos tomados por el consultor y los datos del Plan de Monitoreo para el año 2021, donde se ve claramente

que el pico de la mañana está ausente en los datos aforados, por lo tanto, se estimó un factor de mayoración con los aforos del plan de monitoreo 2021 y se les aplicó a los aforos del consultor en el periodo comprendido entre las 6 AM a 8 AM. El factor obtenido, permitió reconstruir la distribución horaria de autos en la estación M3 (Figura 72). Los datos horarios después de las 8 AM corresponden a los datos tomados por el consultor sin ningún tipo de ajuste ya que como se observa en la Figura 71 estos están por encima de los obtenidos en el aforo del Plan de Monitoreo.

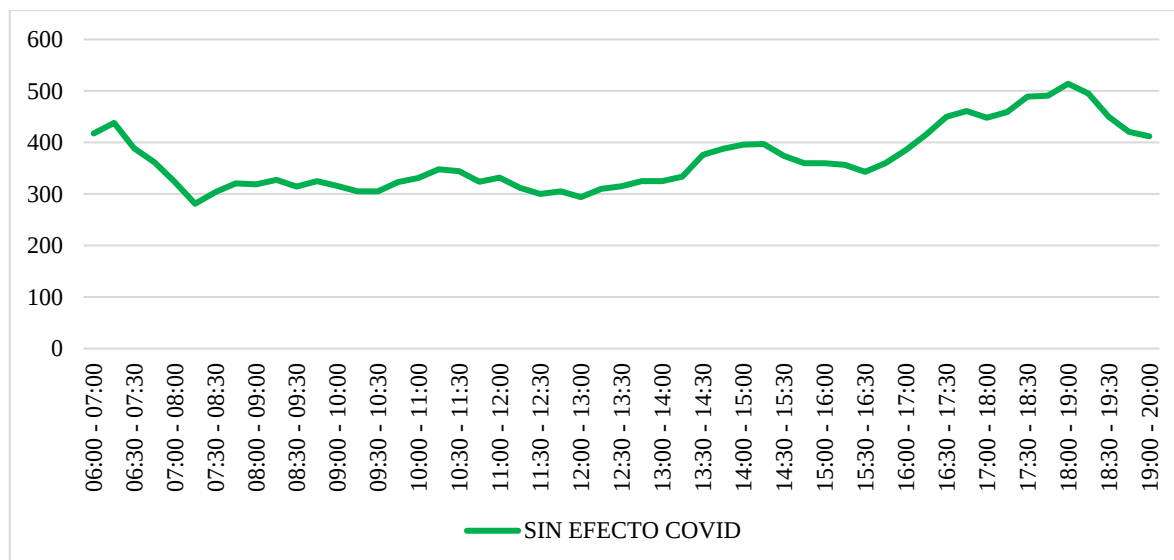
Los aforos realizados por el Equipo Consultor muestran que el comportamiento en el pico de la tarde es mayor al de la mañana incluso después que este último ha sido desahogado por lo que hemos llamado efecto COVID-19. Por lo tanto, el pico de la tarde parece como el más cargado dentro de los análisis que son presentados en este estudio, sin embargo, cabe aclarar que dentro de proceso de análisis y establecimiento de medidas se tuvo en cuenta tanto el pico de la mañana y tarde del típico, como el pico de fin de semana.

Figura 71. Comparación y ajuste por Efecto COVID distribución horaria autos – M3



Fuente: Elaboración propia (2022)

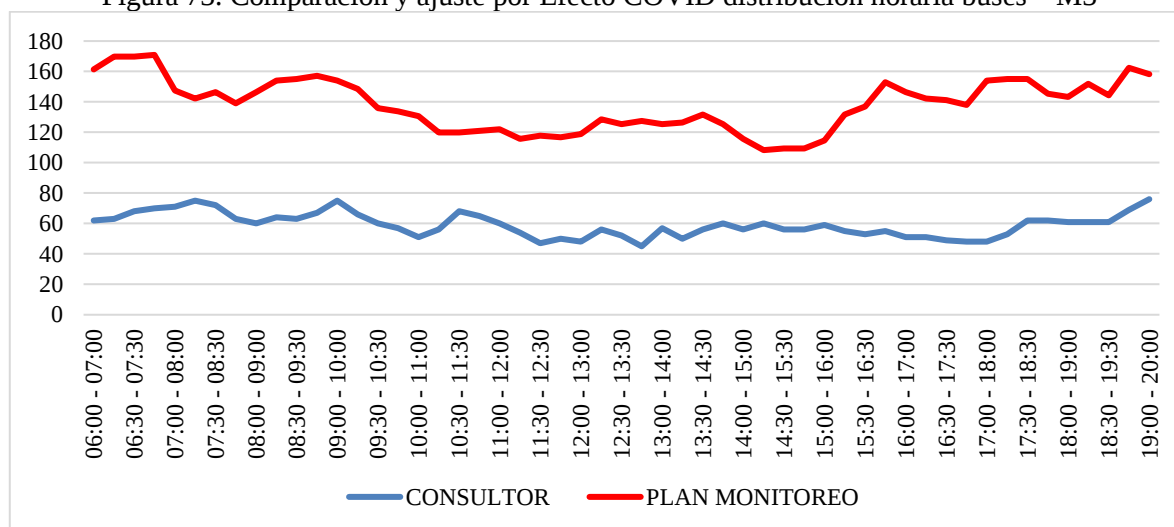
Figura 72. Curva horaria autos estación M3 sin efecto COVID-19



Fuente: Elaboración propia (2022)

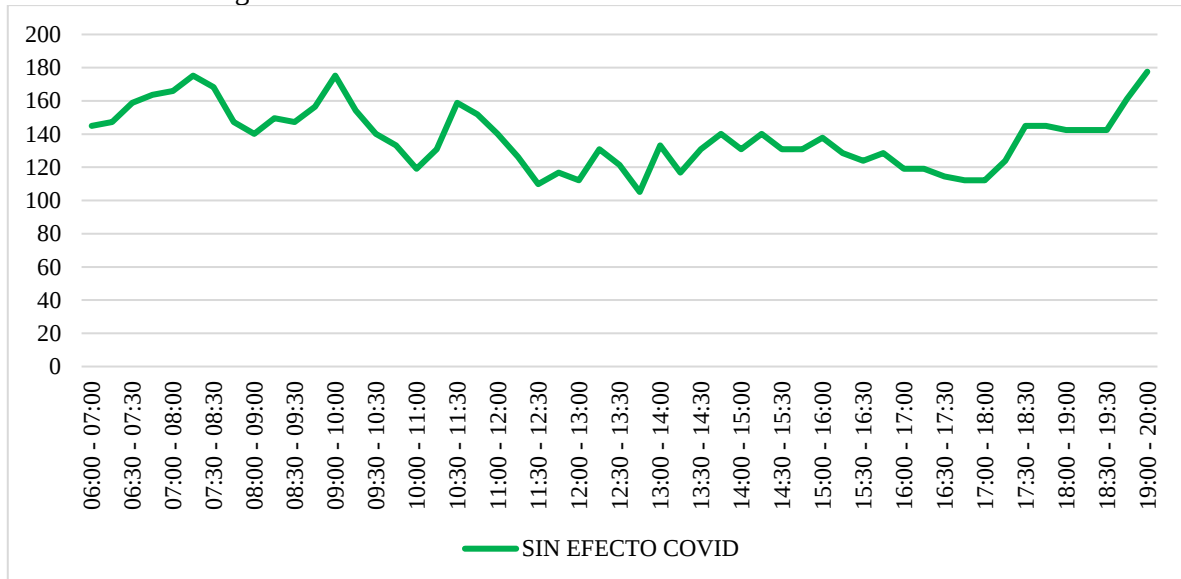
En la Figura 73 se muestra el análisis hecho para los buses de la estación de aforo M3. Se observa que los datos tomados por el consultor siempre son menores que los datos del Plan de Monitoreo para el 2021, lo cual muestra que, a diferencia de los automóviles, los buses aún están afectados considerablemente por la pandemia del COVID-19, lo cual resulta lógico debido a que aún existen restricciones de capacidad y de frecuencias en algunas rutas debido a las medidas de distanciamiento social que aún están establecidas por parte del gobierno nacional y local. El factor de ajuste estimado para los buses fue de 2.336, con el cual se reconstruyó el histograma horario para los buses.

Figura 73. Comparación y ajuste por Efecto COVID distribución horaria buses – M3



Fuente: Elaboración propia (2022)

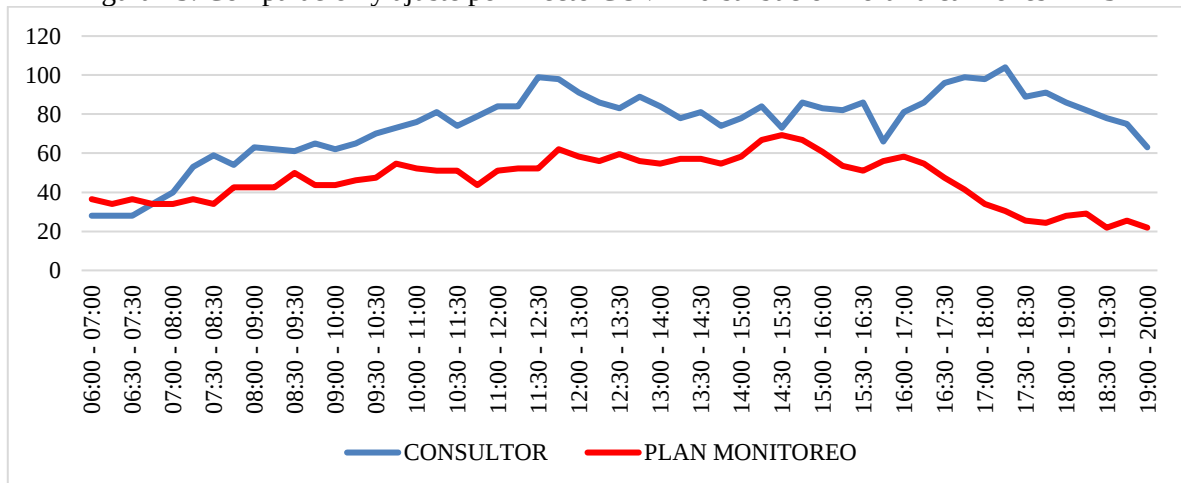
Figura 74. Curva horaria buses estación M3 sin efecto COVID-19



Fuente: Elaboración propia (2022)

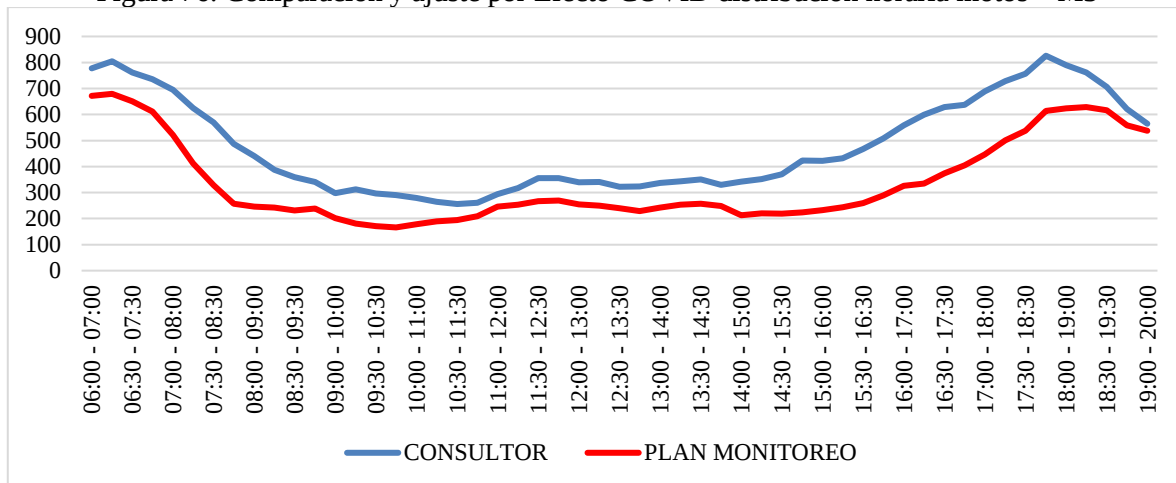
En la Figura 75 se muestra el análisis hecho para los camiones de la estación de aforo M3. Se observa que los datos tomados por el consultor en su gran mayoría están por encima de los datos del Plan de Monitoreo para el 2021, lo cual muestra que, la recuperación de este modo ha sido mucho más rápida y se puede afirmar que el impacto actual de la pandemia del COVID-19 es casi despreciable. Por lo cual los datos tomados por el consultor se tomaron en su estado original sin aplicar ningún tipo de factor de ajuste, salvo entre 6:00 a.m. a 7:30 a.m.

Figura 75. Comparación y ajuste por Efecto COVID distribución horaria camiones – M3



Fuente: Elaboración propia (2022)

Figura 76. Comparación y ajuste por Efecto COVID distribución horaria motos – M3

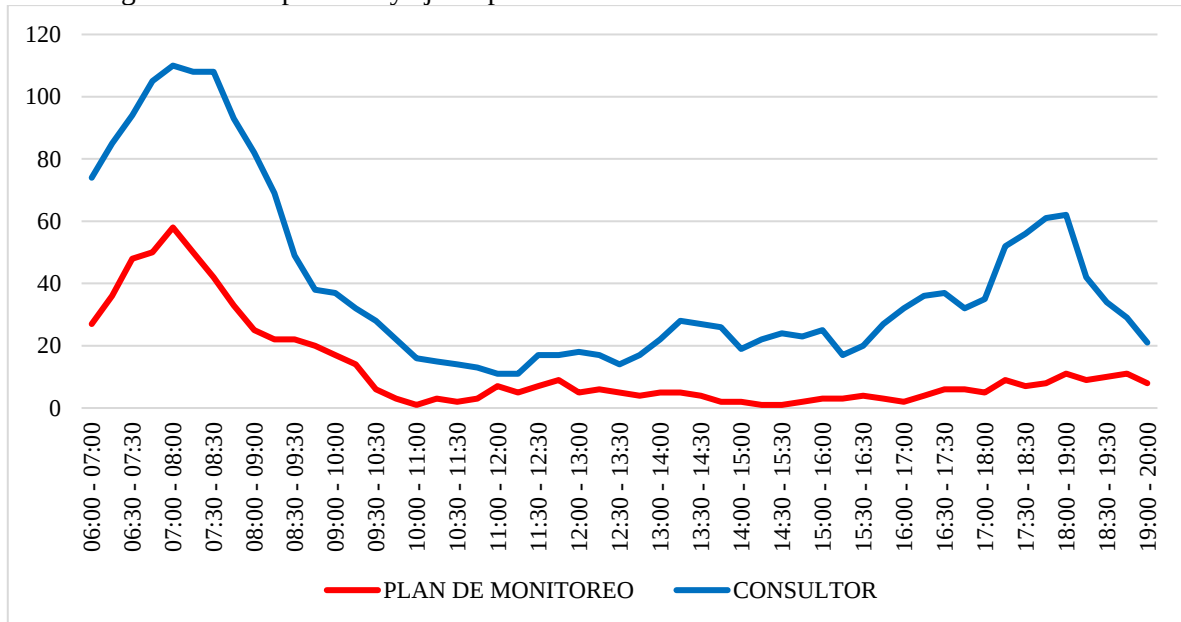


Fuente: Elaboración propia (2022)

En la Figura 76 se muestra el análisis hecho para las motos de la estación de aforo M3. Se observa que los datos tomados por el consultor siempre están por encima de los datos del Plan de Monitoreo para el 2021, lo cual muestra que, la recuperación de este modo ya está en su totalidad y al igual que los camiones se puede afirmar que el impacto actual de la pandemia del COVID-19 es despreciable. Por lo cual los datos tomados por el consultor se tomaron en su estado original sin aplicar ningún tipo de factor de ajuste.

Para las bicicletas no se presenta ningún tipo de efecto, por el contrario, los datos tomados por el Consultor muestran dos picos bien marcados (ver Figura 77).

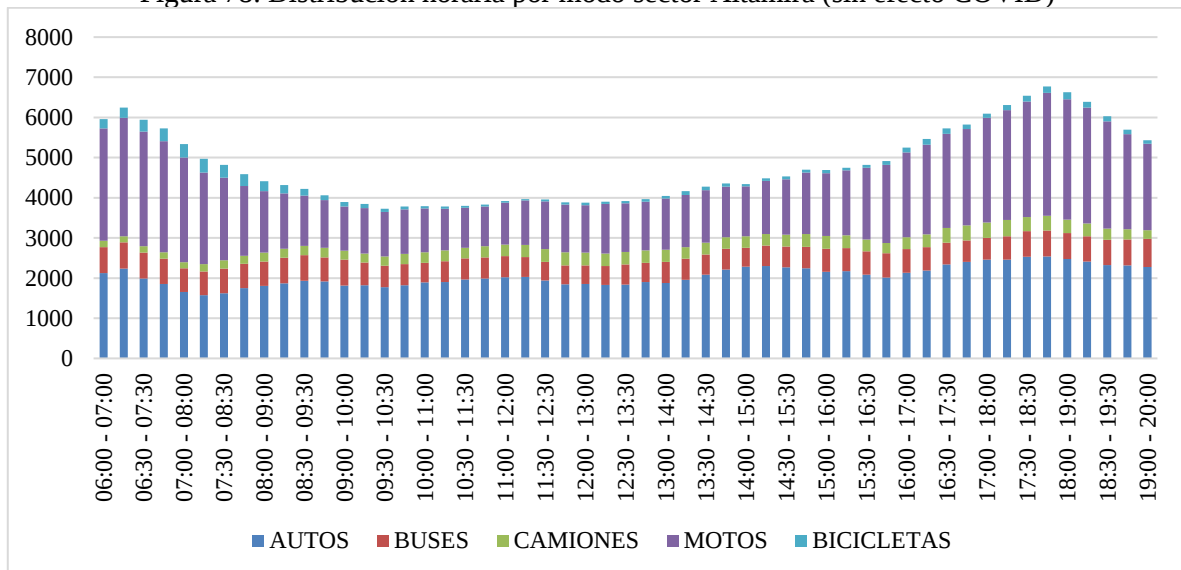
Figura 77. Comparación y ajuste por Efecto COVID distribución horaria motos – M3



Fuente: Elaboración propia (2022)

Una vez hecho los ajustes por cada modo se presenta a continuación la distribución resultante por modo para el sector de Altamira en su totalidad (ver Figura 78).

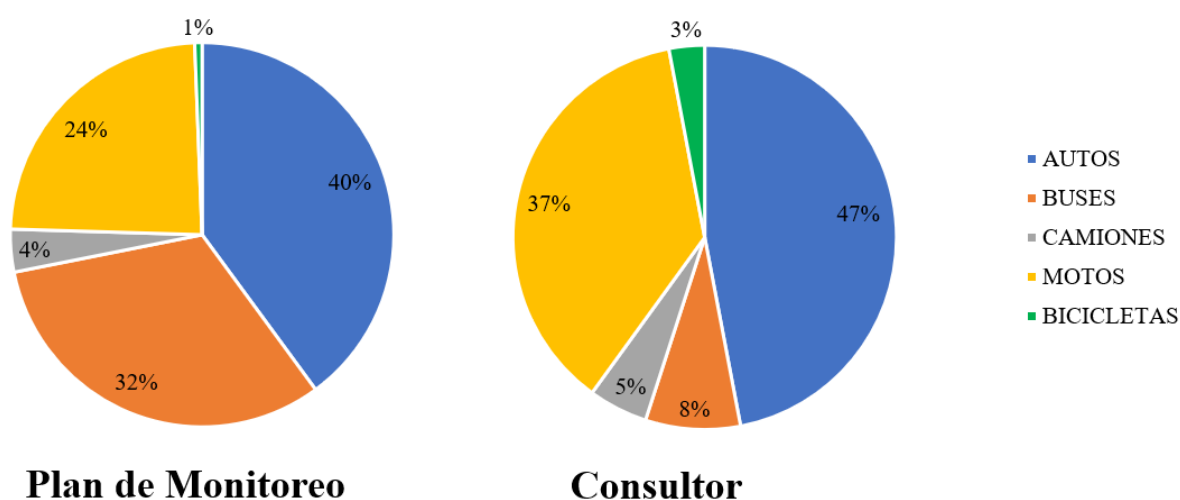
Figura 78. Distribución horaria por modo sector Altamira (sin efecto COVID)



Fuente: Elaboración propia (2022)

Otro hallazgo importante obtenido del análisis comparativo entre datos del Plan de Monitoreo y los aforos realizados por el consultor se relaciona con la partición modal. La partición modal de los aforos 2021 muestran una presencia considerable de motos y una disminución en la participación de los buses, lo cual contrasta con la partición modal de los aforos del Plan de Monitoreo donde la presencia de otros es menor y sobresale una mayor presencia de buses (ver Figura 79). Esto sin duda muestra como en la localidad se ha incrementado el uso de modos motorizados de transporte individual por encima de modos más sostenibles como el transporte público. El efecto positivo que se encuentra en dicho análisis es que el porcentaje de participación de la bicicleta ha crecido, lo cual es positivo, pero no deja de llamar la atención el alto porcentaje de motos.

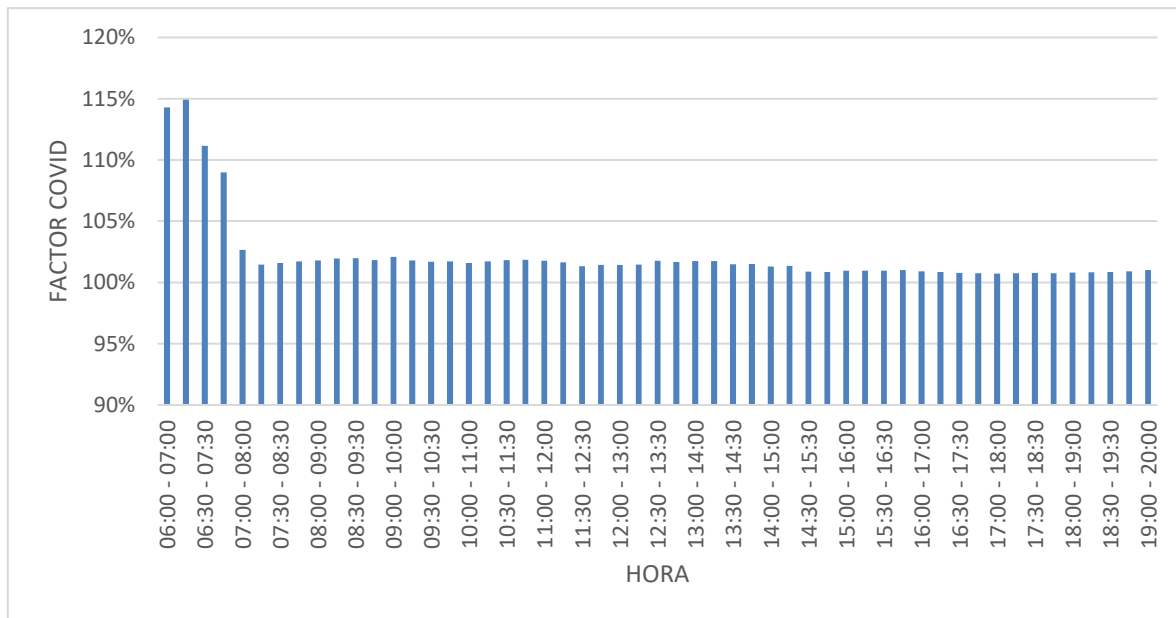
Figura 79. Comparación partición modal aforos 2021 vs aforos Plan de Monitoreo 2021



Fuente: Elaboración propia (2022)

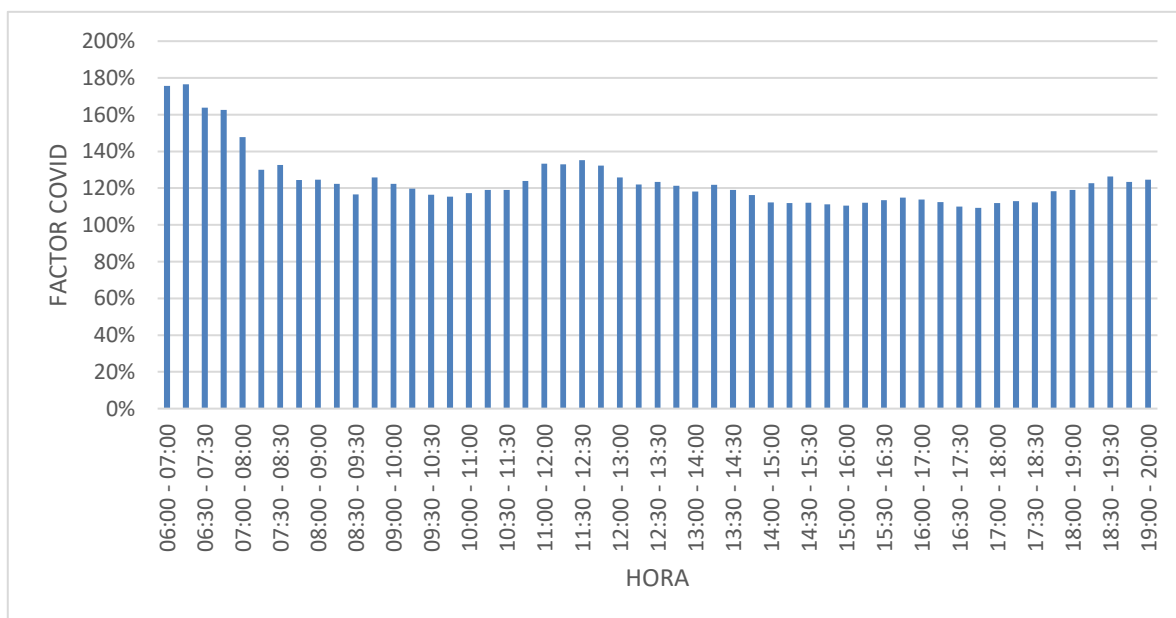
A continuación, se presentan las gráficas de los factores de desafectación COVID utilizados para normalizar la información de cada estación, recabada por el Consultor, para el total de vehículos mixtos de cada intersección.

Figura 80. Factor de desafectación COVID total estación M3



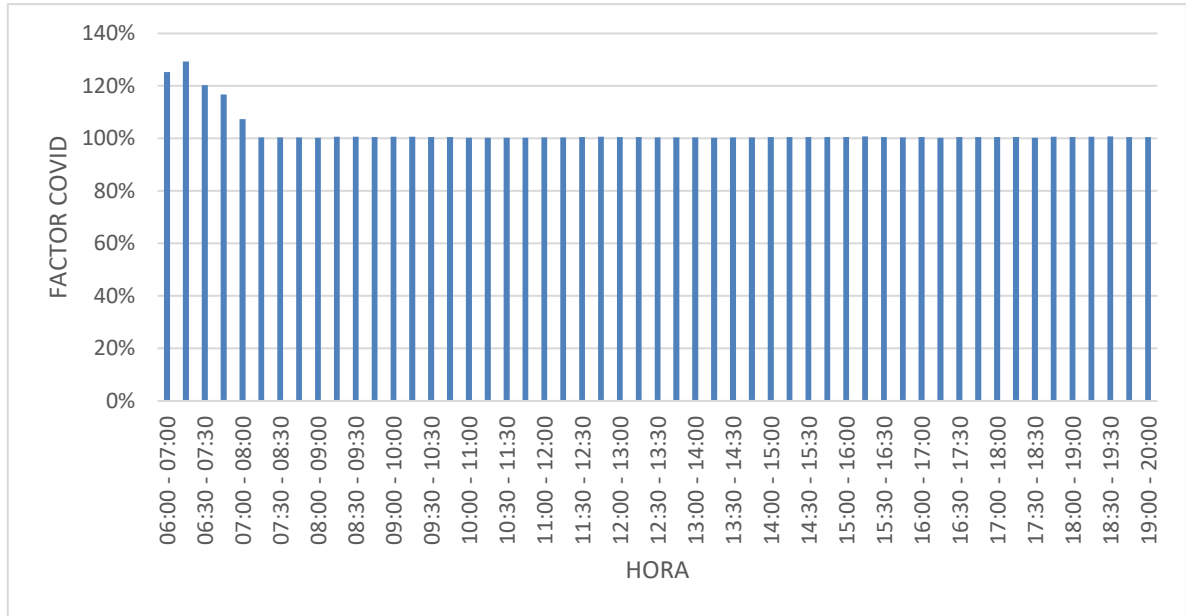
Fuente: Elaboración propia (2022)

Figura 81. Factor de desafectación COVID total estación M4



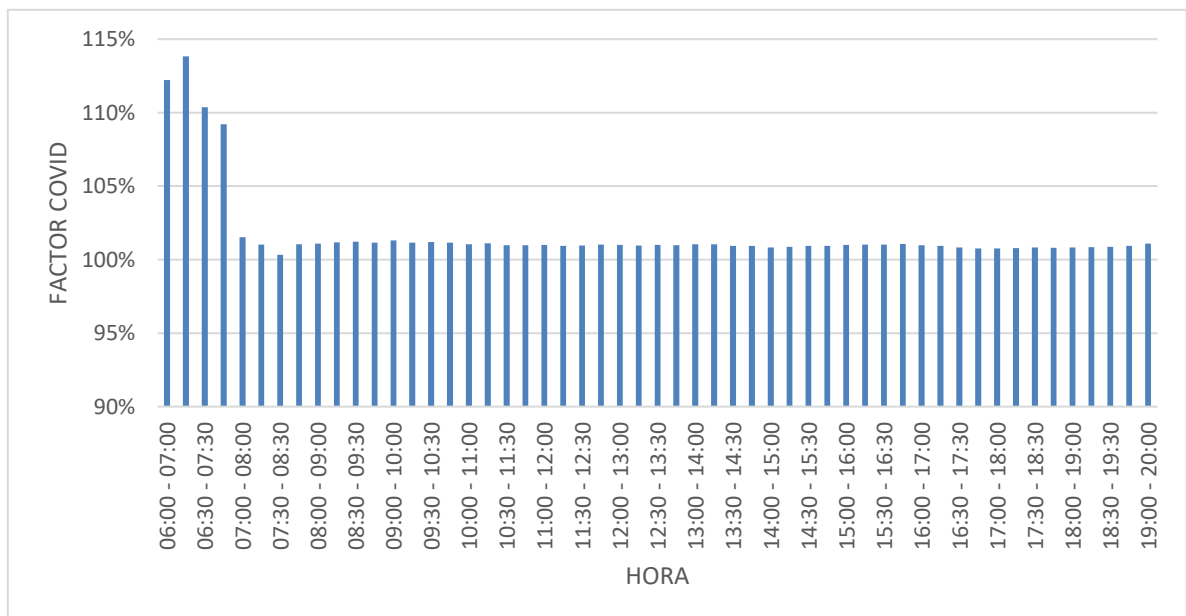
Fuente: Elaboración propia (2022)

Figura 82. Factor de desafectación COVID total estación E31



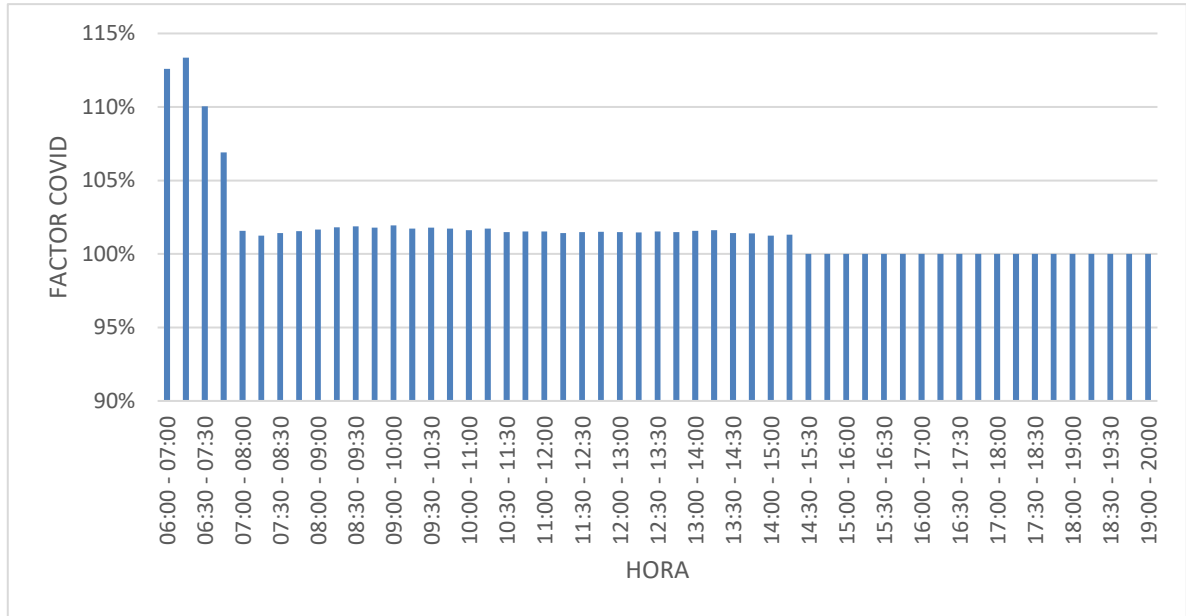
Fuente: Elaboración propia (2022)

Figura 83. Factor de desafectación COVID total estación E33



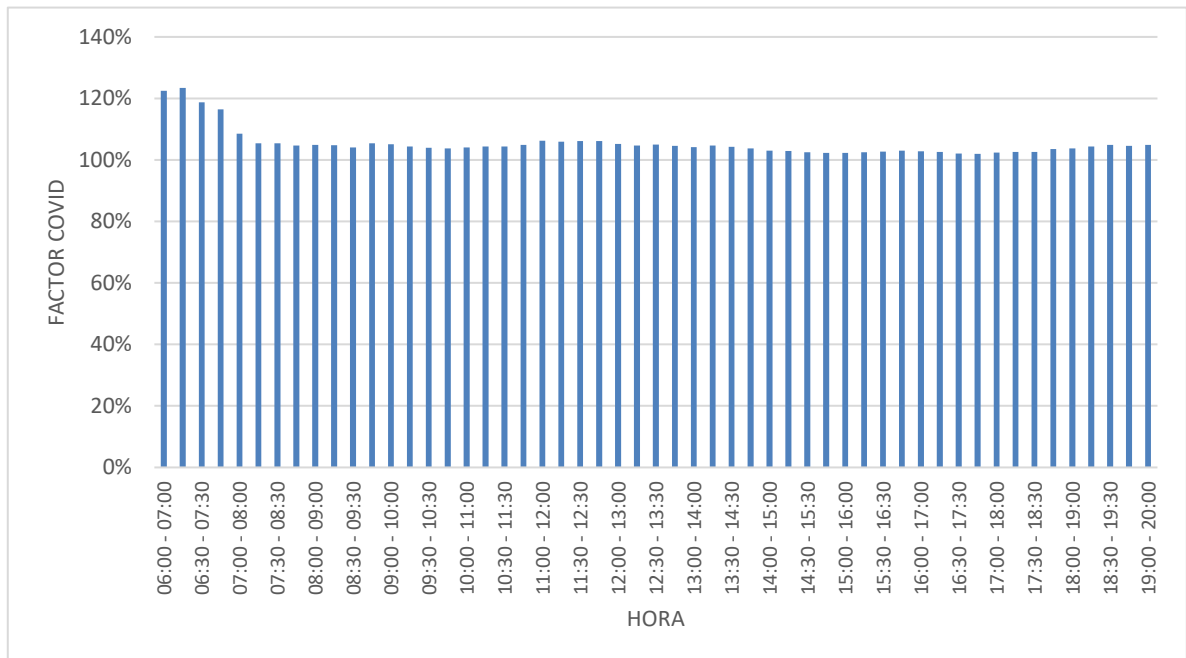
Fuente: Elaboración propia (2022)

Figura 84. Factor de desafectación COVID total estación E34



Fuente: Elaboración propia (2022)

Figura 85. Factor de desafectación COVID total Sector Altamira

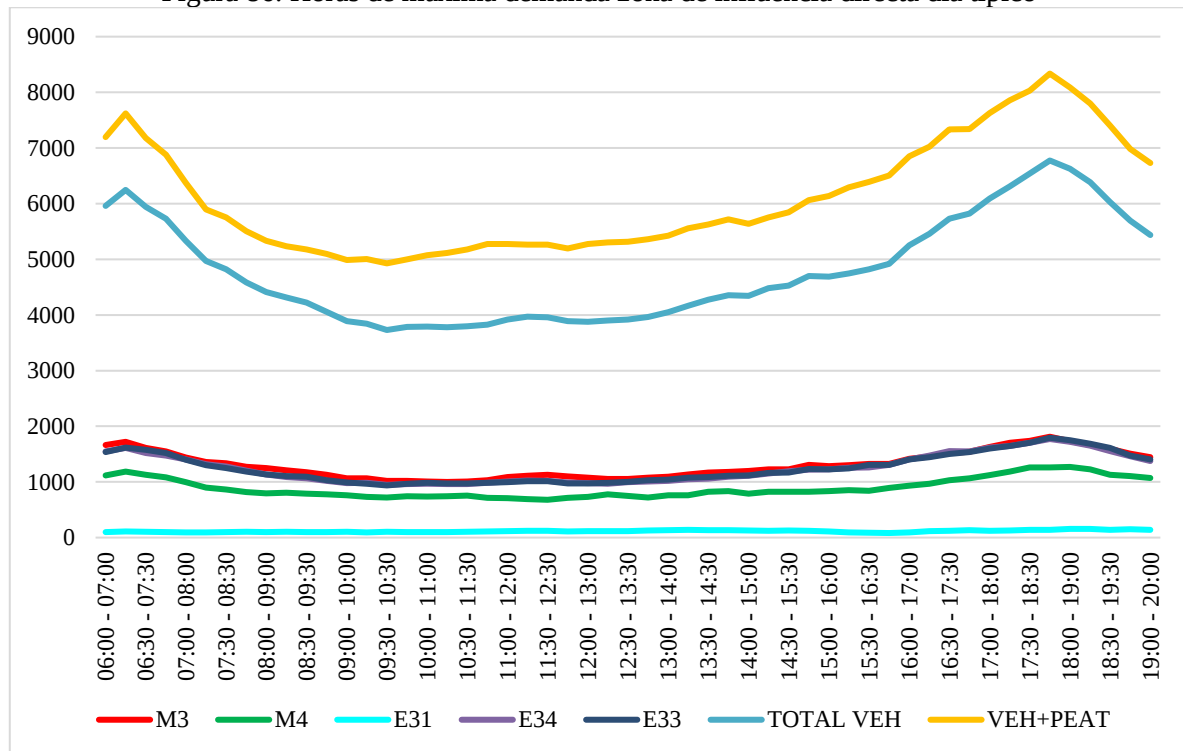


Fuente: Elaboración propia (2022)

Como se aprecia en la figura anterior, para todo el sector de Altamira, el factor COVID se centralizó en mayor medida en la reconstrucción del pico de la mañana, donde alcanzó un valor cercano al 120% en comparación con los flujos observados en la zona antes de pandemia y, para el resto del día, las dos informaciones fueron muy semejantes y la necesidad de ajuste fue mínima.

Una vez surtido el proceso de “normalización” de la información del Consultor, se procedió a establecer las horas de mayor demanda en la zona para la Estación de Retorno del Cable de San Cristóbal, tal como se describe a continuación.

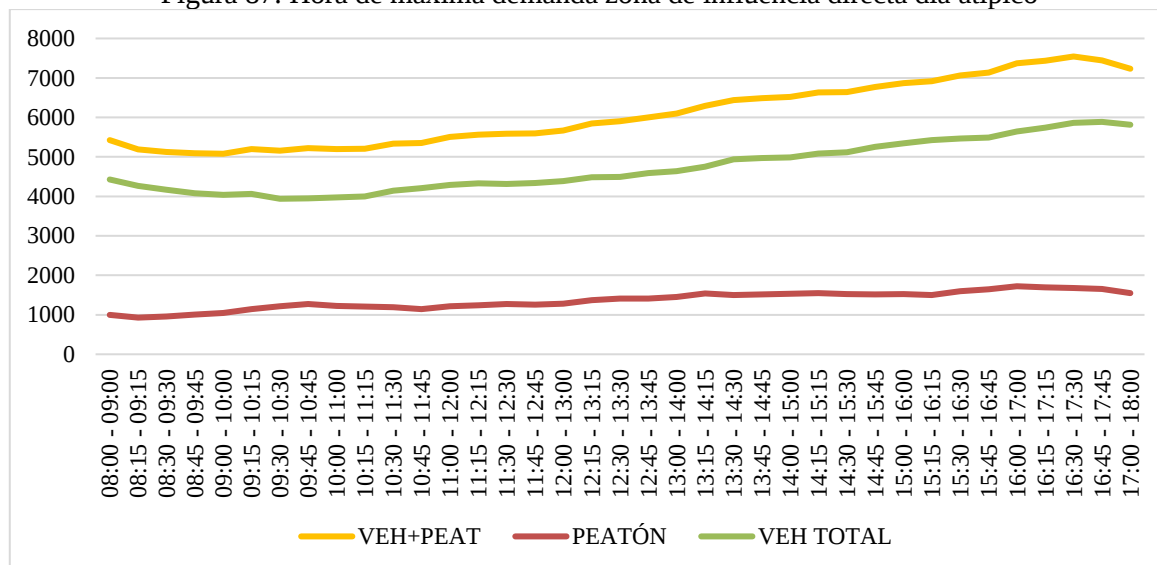
Figura 86. Horas de máxima demanda zona de influencia directa día típico



Fuente: Elaboración propia (2022)

Para obtener las horas de máxima demanda para todo el sector se hizo una agregación de los datos de más estaciones de conteo y se generó el histograma total para el día típico y para el día atípico, con lo cual se pudo definir las horas de análisis que se usarían en los modelos de microsimulación. Es así como se obtiene que la HMD en el día típico corresponde a las 6:15 – 7:15 y 17:45 – 18:45 y para el día atípico esta se da entre las 16:30 – 17:30 (ver Figura 86 y Figura 87)

Figura 87. Hora de máxima demanda zona de influencia directa día atípico



Fuente: Elaboración propia (2022)

➤ Conclusión acerca del diagnóstico de la zona de estudio

Los análisis presentados en este capítulo dejan ver que las condiciones físicas actuales de la infraestructura peatonal y vehicular en el AID de la futura Estación de Retorno no son adecuadas, con andenes angostos y en mal estado con desniveles considerables y obstáculos. La infraestructura vial alrededor de la manzana donde se ubicará la estación es bidireccional provocando que en las intersecciones se permitan todos los movimientos (excepto en U), lo cual es un factor negativo para los flujos peatonales.

La revisión de la información primaria de aforos no mostraba picos marcados en la jornada de la mañana lo cual resultaba extraño para la zona. Por lo tanto, fue necesario hacer una comparación con la información del Plan de Monitoreo de la SDM, con lo cual se pudo constatar un aplanamiento de dicho pico en la información tomada por el consultor. Dicho comportamiento puede ser explicado por el efecto de la pandemia sobre los flujos motorizados y no motorizados en la mañana ya que para las fechas en que se realizaron los aforos muchos colegios y universidades aún estaban en clases virtuales y un porcentaje considerable de los trabajadores aún continúan en la modalidad de teletrabajo. Por lo tanto, fue necesario hacer un ajuste de los datos mediante la determinación de un factor de expansión de los datos primarios a partir de la información del Plan de Monitoreo. Dicho ajuste permitió reconstruir el pico de la mañana en los aforos y de esta forma se obtuvo un comportamiento más típico de la zona para el 2021.

Con base en el ajuste mencionado anteriormente, a nivel operativo se identificaron dos picos en la zona para el día típico. Dichos picos corresponden a las horas de 6:15 – 7:15 en la mañana y 17:45 – 18:45 en la tarde-noche. Para el día atípico de fin de semana el pico se identificó entre las 16:30 – 17:30. Además dentro de la caracterización de flujos vehiculares en las horas de máxima demanda se identificó que la Avenida Carrera 13b y la Carrera 11 Este son los ejes viales que más se cargan durante la hora de máxima demanda y además por estos ejes viales circulan todas las rutas de

transporte público del sector. Otros ejes que sobresalen son la Calle 43a Sur y Calle 42a Sur debido a que por allí circulan las rutas del SITP y además son vías de alta pendiente muy usadas por los peatones para desplazarse en el sentido oriente occidente, dado que los andenes son discontinuos muchos peatones usan la vía para caminar.

Adicionalmente se identificó infraestructura de regulación y control como señalización vertical y horizontal, que en su gran mayoría necesita mantenimiento, especialmente la señalización horizontal. La cobertura de rutas de alimentadoras y del sistema SITP Provisional y Concesionado es bastante amplia en la zona. Además, el análisis de validaciones deja ver una concentración de pasajeros considerable que usan los servicios del SITP en paraderos ubicados sobre la Avenida Carrera 13b Este y sobre la Carrera 11 Este. Asimismo, la revisión del transporte informal en la zona, muestra que este no tiene una presencia considerable en la zona, debido principalmente a que un alto porcentaje de los viajes desde y hacia las partes altas de la localidad están cubiertos por el sistema alimentador o por las rutas del SITP y no implica un costo adicional de los usuarios, como si podría generarse al usar el transporte informal.

La siniestralidad en la zona es variable, ya que hay varias intersecciones con registros de siniestros. Sin embargo, aquellas intersecciones con siniestros con fallecidos se concentran sobre la Carrera 13b Este con la Calle 43a Sur y en esa misma calle, pero sobre la Carrera 11 Este. Este resultado va de la mano con las recomendaciones de mejoramiento de la señalización existente y mejoramiento de los sistemas de regulación de velocidad, así como la posibilidad de intervenir y modificar sentidos viales de algunas vías, buscando que algunos ejes viales específicos sean unidireccionales con sistemas de regulación tipo semáforo.

En el siguiente capítulo se hará un análisis utilizando herramientas de microsimulación que permitirá estimar lo NDS actuales y proyectados de la infraestructura peatonal y vehicular existente, con lo cual se podrá corroborar las afirmaciones acerca de la buena calidad y adecuadas condiciones de capacidad de la infraestructura existente alrededor de la estación de retorno.

9.3 ANÁLISIS DE SEGURIDAD VIAL EN EL ÁREA

De acuerdo con la información suministrada por la Secretaría Distrital de Movilidad – SDM por medio de la plataforma SIMUR, relacionada con siniestralidad, se cuenta con un registro de información de accidentes de tránsito reportados desde el año 2007 al año 2021 (octubre), en donde se analiza el comportamiento histórico de accidentalidad dentro del área de influencia de la estación.

Figura 88. Registros siniestralidad en el área de influencia directa e indirecta

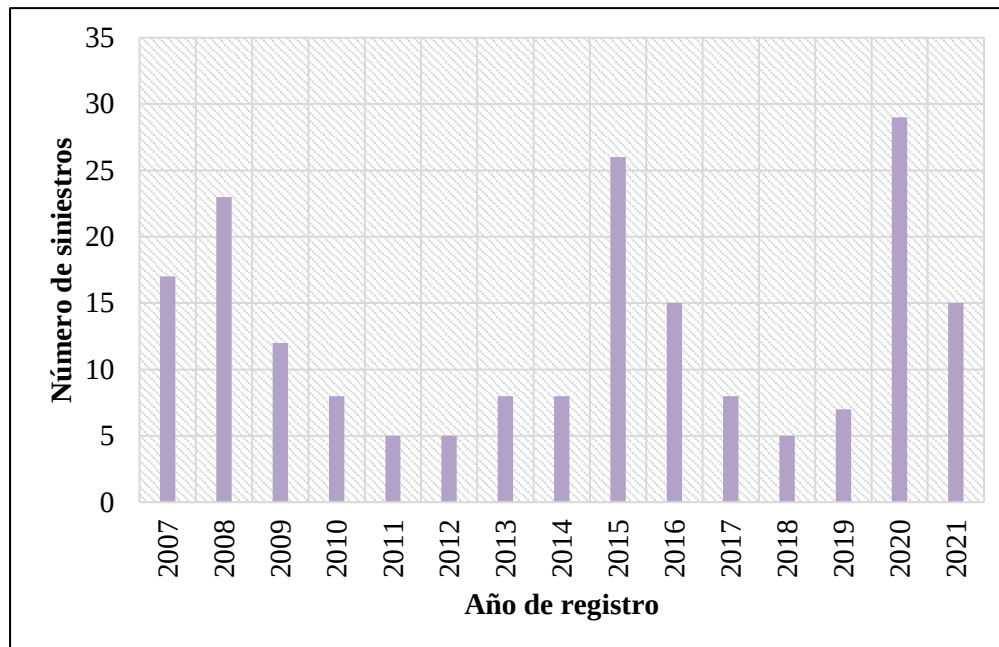


Fuente: Elaboración propia (2022)

Teniendo en cuenta la localización de la futura estación intermedia, la concentración y ubicación de los accidentes, se definió un área de influencia para el análisis de accidentalidad que coincidente con el área de influencia directa de la estación, tal como se muestra en la Figura 88.

De los accidentes presentados en el periodo de la información suministrada y área de influencia definida se tiene un total de 191 siniestros, ocupando en primer lugar en los últimos quince (15) años el 2020 con un total de 29 eventos presentados, seguidos por el 2015 con 19 eventos presentados en el área de influencia, tal como se puede evidenciar en la Figura 89 donde se muestra los siniestros en el periodo entre 2015 a 2021, periodo en el que se concentra el 56% del total de registros del periodo de análisis de información de 15 años, sin embargo, sobresale también el año 2008 con 23 registros.

Figura 89. Distribución de accidentes de tránsito según año de ocurrencia

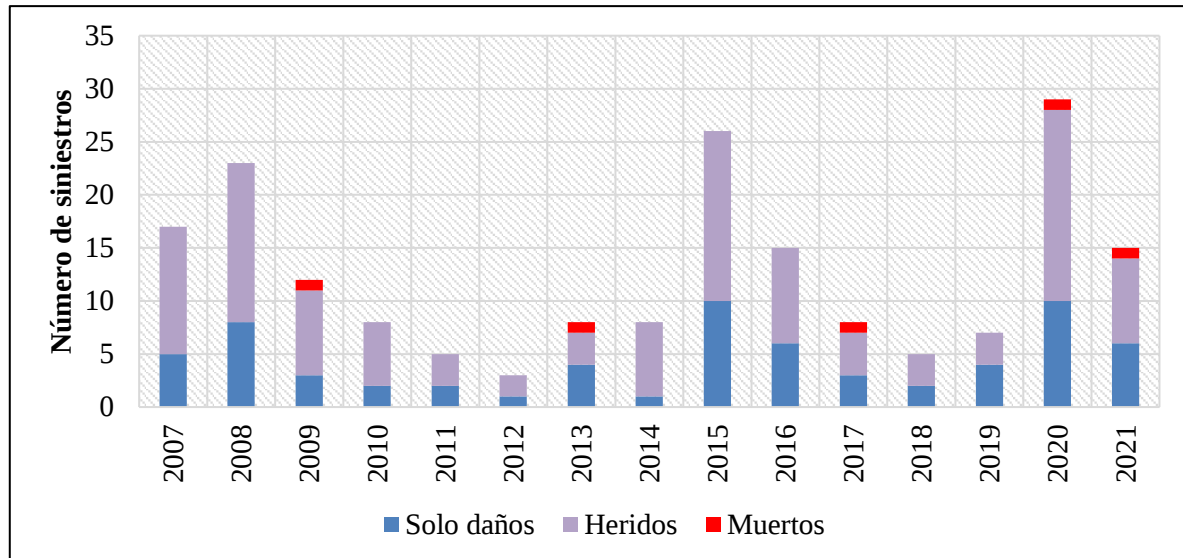


Fuente: Elaboración propia (2022)

Según la gravedad de los accidentes en el periodo informado, se evidenció que el gran número de siniestros presenta heridos representados en un 61% del total de los eventos, seguido se encuentran los siniestros que sólo presentan daños materiales con una participación del 35% y, finalmente, los accidentes con víctimas fatales que corresponden a un 4% del total de accidentes registrados, tal que a lo largo de los últimos quince (15) años se tiene un total de 5 fallecidos en la zona de estudio, tal como se muestra en la Figura 90.

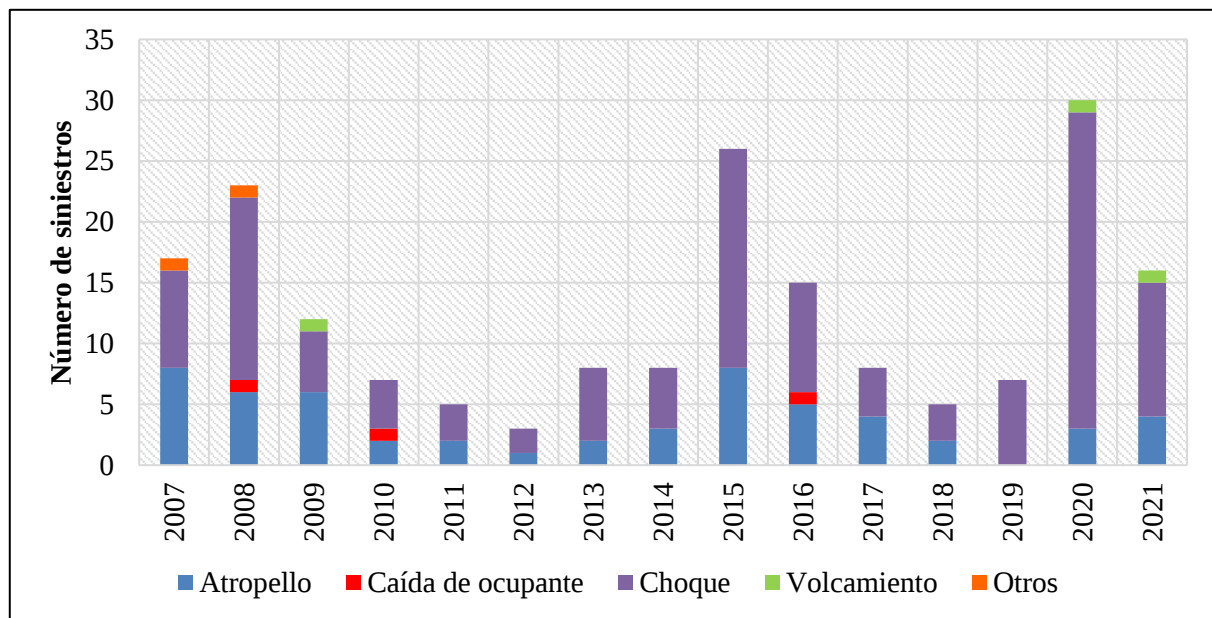
De esta manera otro de los elementos a considerar es el tipo o clase de los siniestros presentados como se muestra en la Figura 91, los choques tienen un alto número de eventos con un total de 126 (66%), seguido por atropello con 56 (29%) y a su vez entre las clases de menores eventos presentados se encuentran en orden: volcamiento (3), caída de ocupante (3), y finalmente otros (2).

Figura 90. Composición de accidentes según gravedad



Fuente: Elaboración propia (2022)

Figura 91. Accidentes por tipo o clase según su año de ocurrencia



Fuente: Elaboración propia (2022)

En términos de siniestros equivalentes y aplicando la ecuación (1) se obtiene la cantidad por año.

$$SE = (NM * 13.4) + (NH * 2.0) + SD \quad (1)$$

Dónde:

NM: Número de siniestros viales con muertos.

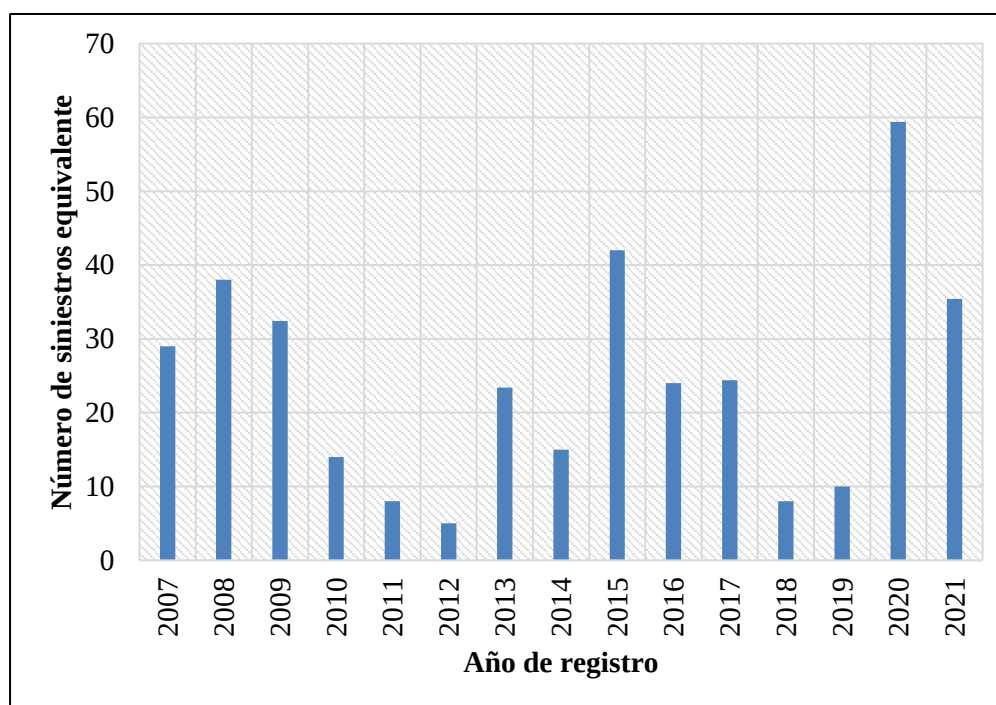
NH: Número de siniestros viales con heridos.

SD: Número de siniestros viales con solo daños.

SE: Número de siniestros viales equivalentes

Por lo tanto, se obtiene para cada año de registro

Figura 92. Número de siniestros equivalente por año



Fuente: Elaboración propia (2022)

El análisis anterior muestra que el año 2020 resulta nuevamente como el de mayor número de siniestros equivalentes, dado que es el año con mayor registro de fallecidos (2), seguido por el año 2020 que corresponde al año de mayor número de siniestros con daños y con heridos.

Con el fin de realizar un análisis de siniestros para la información del último año típico de registro por clase de accidentes, gravedad y mes, se tomaron datos del 2020, ya que los registros del año 2021 solo están reportados hasta octubre de dicho año, sin embargo, hay que tener en cuenta que el año 2020 tiene la particularidad de la pandemia de COVID-19. Por tanto, conforme con la información reportada para este año la clase de accidentes que más reincide y sobresale en la gravedad de accidentes, tanto para accidentes con heridos, muertos y solo daños, es la clase de accidente tipo “Choque” con el 90% y en segundo lugar están los atropellamientos (10%). Para este año el mes de mayor concentración de siniestros fue junio, agosto y octubre.

Para los estudios de siniestralidad vial, determinando los puntos críticos de sector de estudio se usó la herramienta “Hot Spot Analysis” teniendo en cuenta que se emplean las funciones de *I* de Morán de y Getis – Ord GI* (Moons et al., 2009⁵), agrupando los siniestros de acuerdo al factor de equivalencia (ver ecuación 1) en el que de acuerdo al nivel de gravedad se asigna un valor: para el caso de fallecidos se emplea el factor de 13,4, mientras que accidentes con heridos y sólo daños se ponderan con factores de 2,0 y 1, respectivamente. A continuación, en la Figura 93 se puede observar la localización de los puntos críticos para la zona de influencia directa de la estación.

Figura 93. Puntos críticos en la zona de estudio



Fuente: Elaboración propia (2022)

Al ubicar los equipamientos dentro de la zona de análisis podemos evidenciar que los puntos con mayor frecuencia se sitúan cerca a instituciones educativas como se puede observar en la Figura 94, para mayor exactitud estos puntos de mayor presencia de accidentes se ubican en las siguientes intersecciones, donde se plantea la instalación de medidas de pacificación del tránsito y generación de pasos seguros a peatones:

⁵ Moons, E., Brijs, T., and Wets, G. (2009). "Identifying Hazardous Road Locations: Hot Spots versus Hot Zones." Transactions on Computational Science VI, 288-300

- Carrera 12c Este con Calle 43a Sur

Figura 94. Ubicación de puntos de mayor frecuencia de siniestro con equipamientos



Fuente: Elaboración propia (2022)

Las otras intersecciones críticas se presentan sobre sectores que ya no hacen parte del alcance de la presente consultoría como lo son:

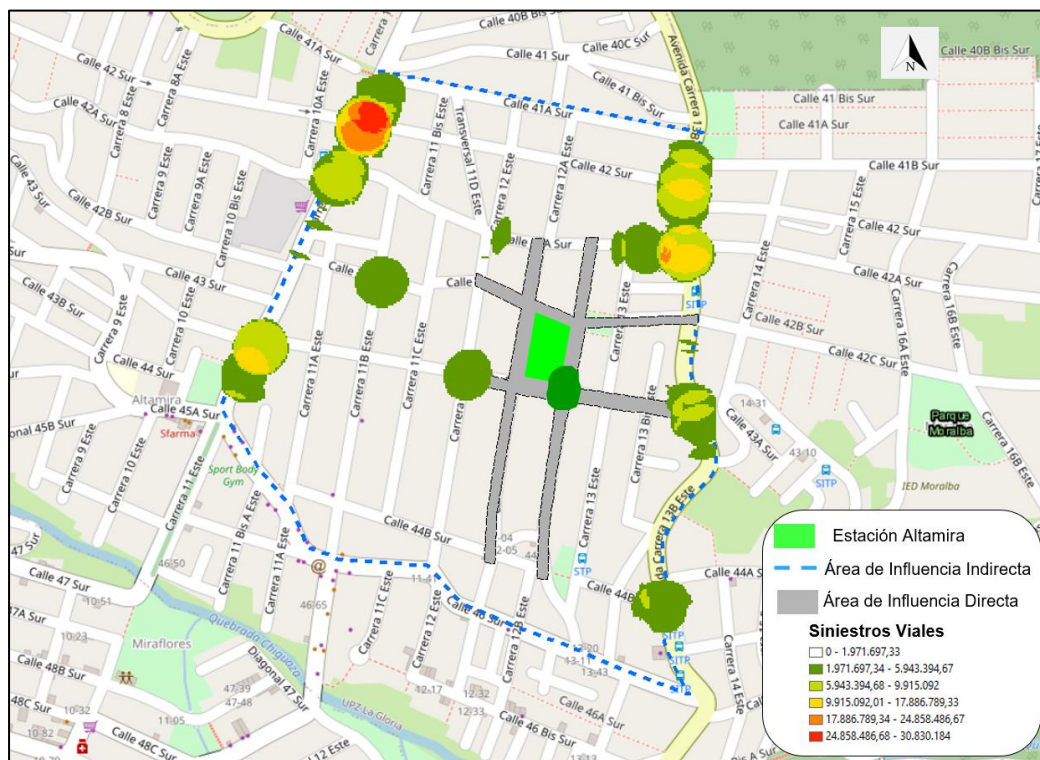
- Carrera 11 Este con Calle 42 Sur
- Carrera 11 Este con Calle 42a Sur
- Carrera 11 Este con Calle 42b Sur
- Carrera 11 Este con Calle 43 bis Sur

- Carrera 11 Este con Calle 43a Sur
- Carrera 13b Este con Calle 42 Sur

Adicionalmente, para evaluar su densidad se usa la función de densidad de “Kernel” (Flahaut, 2003⁶). Por medio de la herramienta en ArcGIS de análisis espacial “Kernel Density” se evidencian los puntos de concentración de siniestros, expresado aproximadamente en siniestro por intersección. Cabe mencionar que los “Kernel” presentados a continuación corresponden al intervalo del año 2007 al 2021 con una cantidad de siniestros que varían de cero hasta 21 por intersección en un periodo de 15 años.

Los análisis de siniestralidad mostrados anteriormente dejan ver que los puntos críticos identificados quedan por fuera de la zona de influencia directa que será objetivo del diseño de la presente consultoría, sin embargo, dentro del informe se establecen unas medidas a modo de recomendación para que sean analizadas y evaluadas en posteriores proyectos del Distrito.

Figura 95. Puntos críticos de accidentalidad Densidad Kernel



Fuente: Elaboración propia (2022)

⁶ Flahaut, B., Mouchart, M., Martin, E. S., and Thomas, I. (2003). "The local spatial autocorrelation and the kernel method for identifying black zones: A comparative approach." *Accident Analysis & Prevention*, 35(6), 991-1004

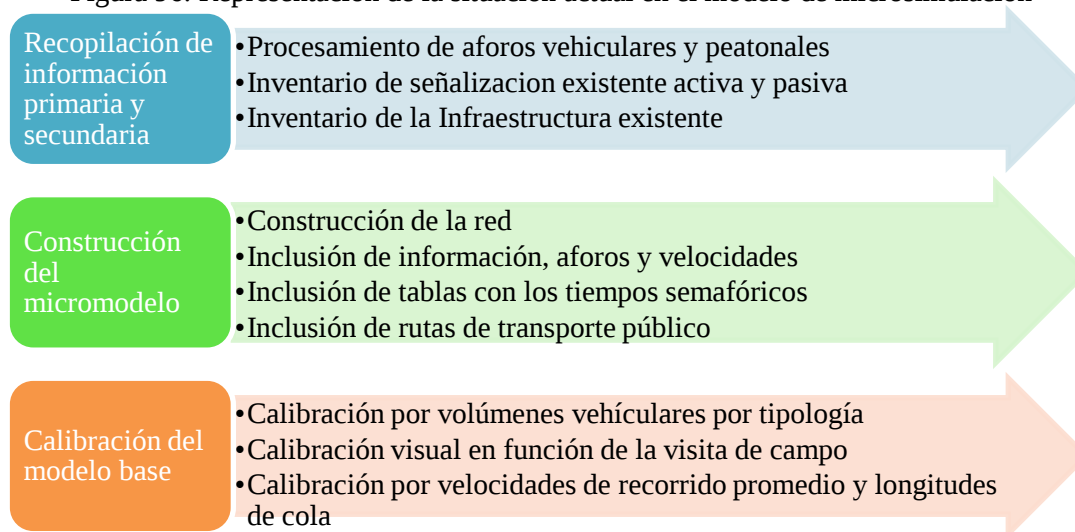
10 REPRESENTACIÓN DE LA SITUACIÓN ACTUAL SIN PROYECTO

Como parte de los análisis sobre los potenciales impactos que puedan ser generados por la implantación y puesta en operación de la Estación de Retorno en el barrio Altamira en el área de influencia directa e indirecta, se hizo necesario evaluar las condiciones operacionales actuales (sin proyecto) por medio de la construcción y calibración de un modelo de microsimulación del tráfico que permitiera representar la situación base, a partir de toda la información recopilada y la caracterización de la zona, adelantadas en fases anteriores.

El enfoque de estos análisis se centró en las afectaciones generales para el tráfico mixto (dentro del área de influencia indirecta) y la evaluación asociada a la interacción entre los diferentes modos incluyendo usuarios de bicicleta y peatones (dentro del área de influencia directa), identificando aquellos puntos de alto conflicto, con lo que se pudo establecer propuestas de mitigación para la situación futura con proyecto e intervenciones que se presenta en secciones posteriores de este documento.

A nivel general, se realizó un análisis de las condiciones actuales para el área de estudio midiendo las demoras promedio por tipo de actor y los tiempos empleados para su recorrido dentro de las intersecciones; estos resultados se resumieron en los niveles de servicio para flujos motorizados dentro del área de influencia directa. Esta evaluación, se efectuó en un escenario que se denominó “situación actual, sin proyecto”, tomando como base el año 2021. Se representaron los periodos más críticos, periodo pico AM y PM del día típico (6:15 – 7:15 y 17:45 – 18:4 y el mayor pico del día atípico (16:30 – 17:30). En la Figura 96 se presenta el procedimiento llevado a cabo para la elaboración, validación y calibración del modelo de microsimulación.

Figura 96. Representación de la situación actual en el modelo de microsimulación



Fuente: Elaboración propia (2022)

Como se presentó en la figura anterior, la construcción y el montaje de la red vial de la situación actual, mediante la microsimulación en el software PTV VISSIM, se realizó a partir del ingreso de los datos recolectados a través de información primaria y secundaria, tales como sentidos viales, ancho y cantidad de calzadas y carriles, longitud de tramos de vías, secciones transversales, geometría de los elementos viales, andenes, pasos peatonales, paraderos de transporte público, semáforos, señalización, restricciones viales, rutas de transporte público entre otros. Luego, se realizó la asignación de los datos de tránsito actuales (demanda), tales como flujos vehiculares y peatonales, velocidades en arcos y tiempos semafóricos.

Una vez creada la red se procedió con la calibración del modelo a partir de la confrontación de los datos de los flujos simulados vs los flujos observados (datos de volúmenes y velocidades) en cada punto de estudio siguiendo los parámetros recomendados en la *GUÍA PARA LA GENERACIÓN Y REVISIÓN DE MODELOS (Código: PE04-PR03-IN01)* por la Secretaría Distrital de Movilidad, con el fin de lograr una representatividad idónea de la zona de interés. De la representación de la zona de interés en Altamira a partir de un modelo de microsimulación, se obtuvieron indicadores para las variables de medición, y a partir de estos resultados se diagnosticó la situación actual de la red vial sin proyecto tanto en el área directa como indirecta. Los resultados obtenidos en esta fase del Estudio de Tránsito y Transporte se utilizaron posteriormente como la línea base de comparación para plantear y evaluar las diferentes alternativas de solución que fueron propuestas y elegir las mejores opciones para la articulación de la operación de la estación con el entorno circundante sin afectar las condiciones de movilidad vehicular y peatonal actuales ni futuras.

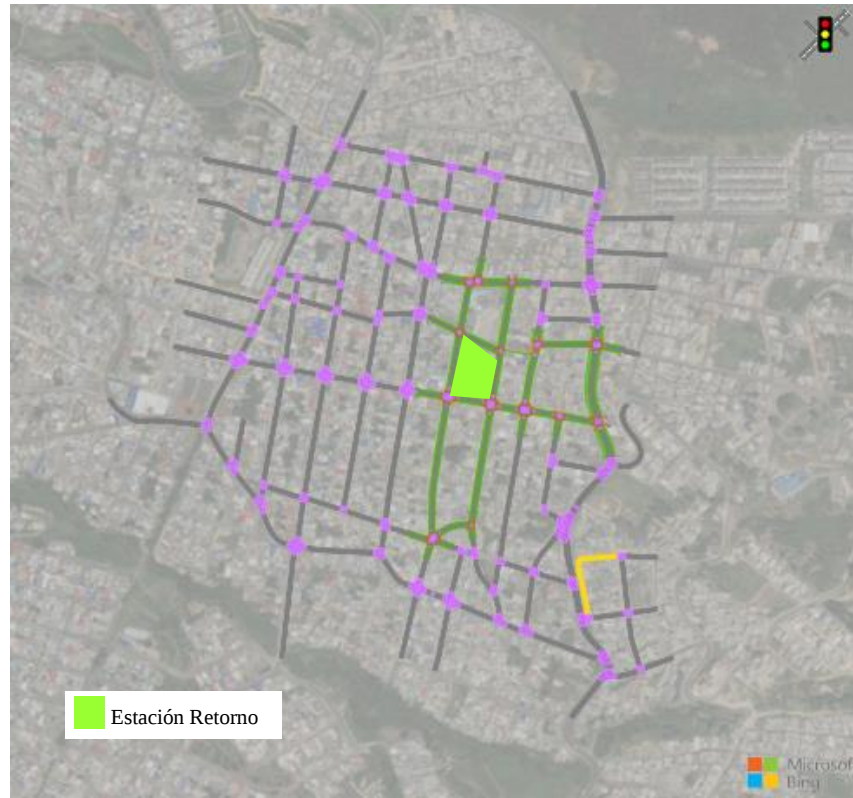
A continuación, se desarrolla todo el proceso metodológico adelantado por parte del Equipo Consultor para la representación de la situación actual, sin proyecto, mediante la construcción y calibración de micromodelos de simulación en la herramienta PTV VISSIM.

10.1 REPRESENTACIÓN Y CALIBRACIÓN DE FLUJOS MOTORIZADOS

La representación de la oferta de usuarios motorizados se realizó para las vías de la malla vial intermedia y local. Se incluyó la vía arterial de la Avenida Carrera 13b Este que se presenta como un eje vehicular y peatonal fundamental en los análisis presentados en este documento (ver Figura 97). Para representar las condiciones de operación del tráfico actuales, se crearon señales de regulación como ceda el paso, y pares, no se incluyeron semáforos ya que en el AII no existía ninguno. Esta información se extrajo de las diferentes fuentes consultadas. La red vial incluida en la microsimulación corresponde a la malla que se encuentra dentro del Área de Influencia Indirecta.

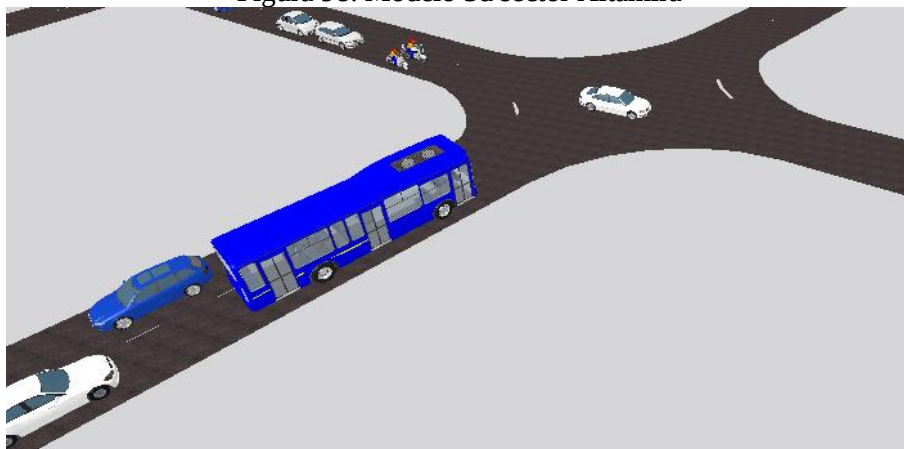
Por otra parte, para representar el tránsito de modos motorizados se importaron bloques 3D que tuvieran dimensiones típicas de vehículos motorizados que usualmente circulan por la localidad (ver Figura 98). Además, para simular el comportamiento de los conductores, se configuró, para cada tipología vehicular, un comportamiento específico discriminado por circulación en segmento o intersección tal como se recomienda en la *GUÍA PARA LA GENERACIÓN Y REVISIÓN DE MODELOS (Código: PE04-PR03-IN01)* de la Secretaría Distrital de Movilidad (ver Figura 99).

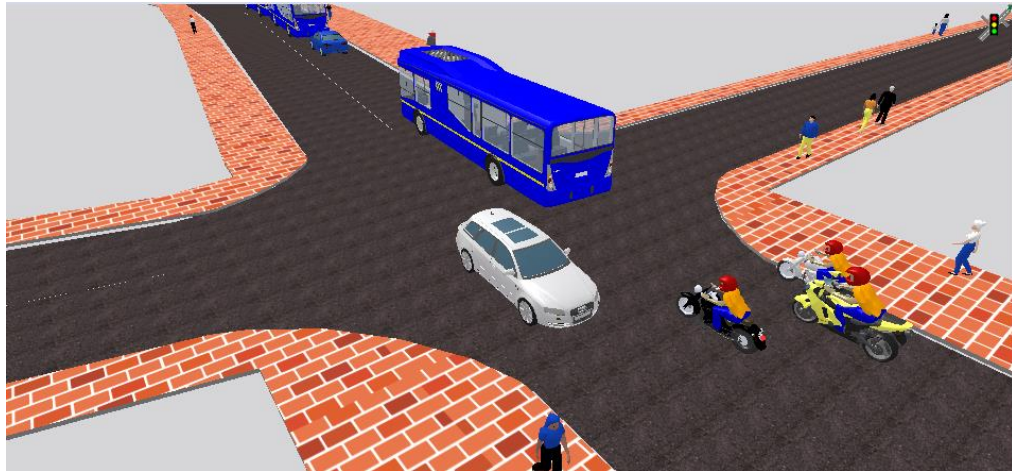
Figura 97. Red de microsimulación sector Altamira



Fuente: Elaboración propia a partir de Google Maps (2022)

Figura 98. Modelo 3d sector Altamira





Fuente: Elaboración propia (2022)

Figura 99. Configuración del comportamiento de conductores por tipología vehicular

* Configuración del comportamiento del conductor “Driving Behavior”

Driving Behaviors

Count	No	Name	NumInteractObj	StandDist	StandDistFix	CarFollowModType	W74bxAdd	W74bxMult	LnChgRule	AdvMerg	DesLatPos	OvtLDef	OvtRDef	LatDist	LatStandDef
1	10	Autos calle	4	0,35		Wiedemann 74	0,10	0,60	Slow lane rule	☒	Middle of lane	☒	☒	0,70	0,15
2	11	Autos intersección	4	0,35		Wiedemann 74	0,10	0,60	Slow lane rule	☒	Middle of lane	☒	☒	0,70	0,15
3	20	Camiones calle	4	0,35		Wiedemann 74	0,10	0,60	Free lane selection	☒	Right	☒	☐	0,70	0,15
4	21	Camiones intersección	4	0,35		Wiedemann 74	0,10	0,60	Free lane selection	☒	Right	☒	☐	0,70	0,15
5	30	Motos calle	2	0,35		Wiedemann 74	0,10	0,30	Free lane selection	☒	Any	☒	☒	0,15	0,05
6	31	Motos intersección	2	0,35		Wiedemann 74	0,10	0,30	Free lane selection	☒	Any	☒	☒	0,15	0,05
7	40	Ciclista calle	6	0,70		Wiedemann 99	2,00	3,00	Free lane selection	☒	Any	☒	☒	0,10	0,00
8	41	Ciclista intersección	6	0,70		Wiedemann 99	2,00	3,00	Free lane selection	☒	Any	☒	☒	0,10	0,00
9	42	Ciclista ciclorruta	6	0,70		Wiedemann 99	2,00	3,00	Free lane selection	☒	Any	☒	☒	0,10	0,00
10	50	Bus TP calle	4	0,35		Wiedemann 74	0,10	0,60	Free lane selection	☒	Right	☒	☐	0,70	0,15
11	51	Bus TP intersección	4	0,35		Wiedemann 74	0,10	0,60	Free lane selection	☒	Right	☒	☐	0,70	0,15
12	70	BRT	4	0,50		Wiedemann 74	0,10	0,70	Free lane selection	☒	Middle of lane	☒	☒	1,00	0,20
13	80	Tren	2	0,50		Wiedemann 74	2,00	3,00	Free lane selection	☒	Middle of lane	☐	☐	1,00	1,00
14	90	Peatonal	2	0,50		Wiedemann 99	2,00	3,00	Free lane selection	☐	Any	☐	☐	0,20	0,05
15	100	Trafico sin carril	4	0,50		Wiedemann 74	0,10	0,60	Free lane selection	☒	Any	☒	☒	0,60	0,10
16	200	Autopista	4	0,35		Wiedemann 74	0,10	0,60	Free lane selection	☒	Middle of lane	☒	☐	0,80	0,15

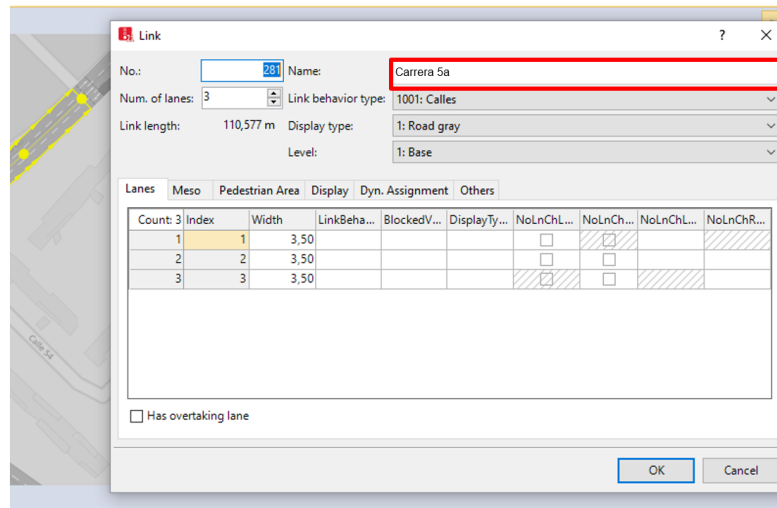
* Configuración de la tipología vehicular al conducir en una sección vial “Link Behavior Type”

Link Behavior Types / Driving behaviors

Count	No	Name	DivBehavDef
8	8	Intermedia 2 carriles	200: Autopista
9	9	Intermedia 3 carriles	200: Autopista
10	11	Local 1 carriles	200: Autopista
11	12	Local 2 carriles	200: Autopista
12	20	Corredor Férreo	200: Autopista
13	21	Corredor BRT	200: Autopista
14	1000	Alameda	200: Autopista
15	1001	Calles	10: Autos calle
16	1002	Intersecciones	30: Motos calle
17	1003	Ciclorruta	42: Ciclista ciclorruta
18	1004	Ferrocarril	80: Tren
19	1005	Calzada BRT	70: BRT
20	1006	Trafico sin carril	100: Trafico sin carril
21	1007	Cruces peatonales	90: Peatonal
22	1008	ANM crosswalks	30: Motos calle

Count	VehClass	DivBehav
1	10: Autos	10: Autos calle
2	20: Pesados	20: Camiones calle
3	30: Moto	30: Motos calle
4	40: Bicicletas	40: Ciclista calle
5	50: Bus TP	50: Bus TP calle
6	60: T. especial	10: Autos calle

* Asignación del comportamiento del conductor en una sección vial

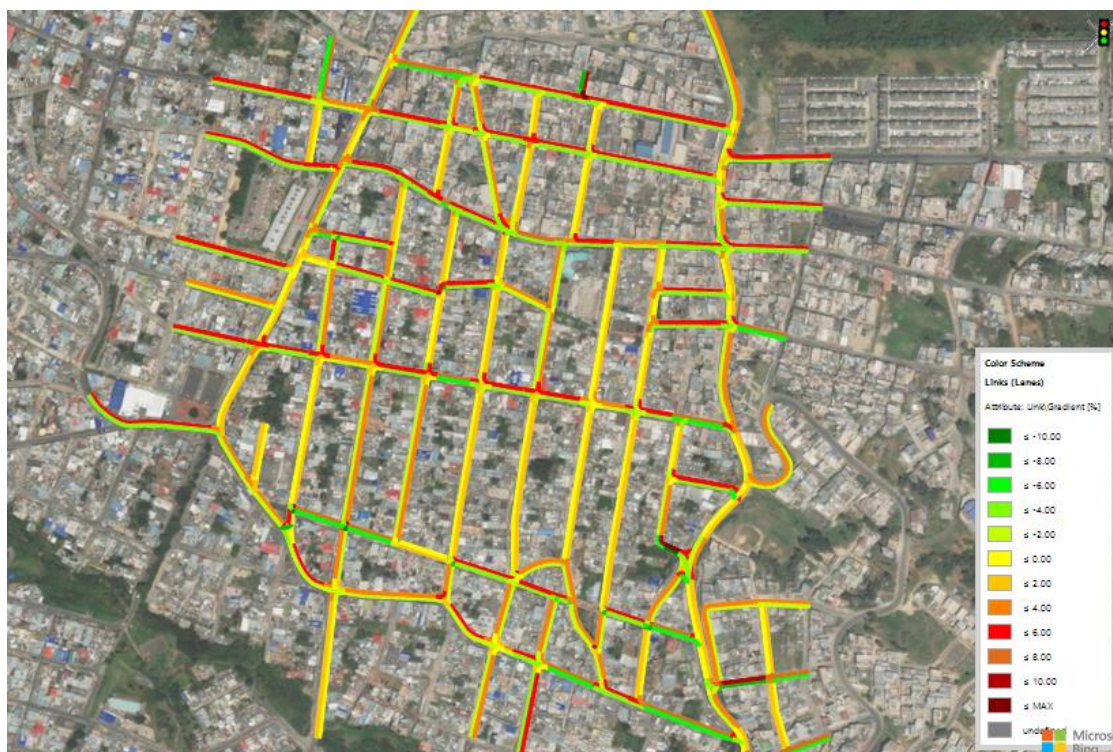


Count	Index	Width	LinkBeha...	BlockedV...	DisplayTy...	NoLnChL...	NoLnCh...	NoLnChL...	NoLnChR...
1	1	3,50				☐	☒		
2	2	3,50				☐	☐		
3	3	3,50				☒	☐		

Fuente: Elaboración propia (2022)

Dadas las condiciones topográficas de la zona, se incluyó en el modelo las condiciones de pendiente existentes, tal como se muestra en la siguiente figura.

Figura 100. Inventario de pendientes Sector Altamira



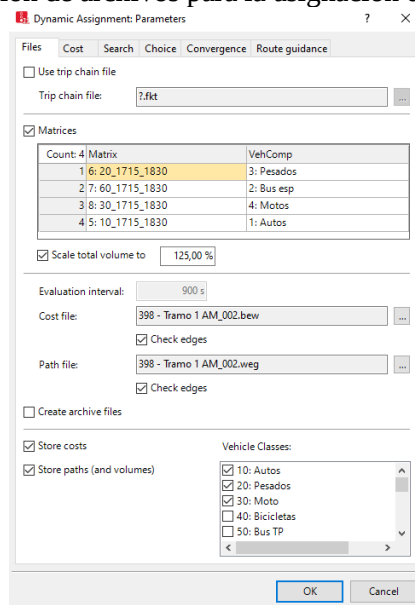
Fuente: Elaboración propia a partir de Google Maps (2022)

En relación con la asignación de los flujos motorizados en los modelos de microsimulación se realizó utilizando también un método dinámico, a partir de un balanceo gravitacional de la información de aforos con que se contaba tanto primaria como secundaria (estudios previos de factibilidad, aforos del Plan de Monitoreo de la SDM), asociadas a una tipología vehicular y con una precarga de 15 minutos. La condición de precarga se desarrolló para representar un tráfico en red existente cuando se desee evaluar la operación del tráfico; en síntesis, se busca que los corredores no se encuentren vacíos al iniciar la evaluación de una simulación (condición real). Para establecer esta condición en el proceso de balanceo los flujos entre los pares OD que se establecieron se aumentaron en un 25% (Ver Figura 101).

Para el sistema de rutas de transporte público se hizo el montaje de las rutas alimentadoras y provisionales que circulaban por la zona de influencia directa e indirecta, así como la localización de los paraderos. Y se asignaron de forma estática ya que las rutas de transporte público deben pasar por calles y carreras específicas como se muestra en la Figura 102.

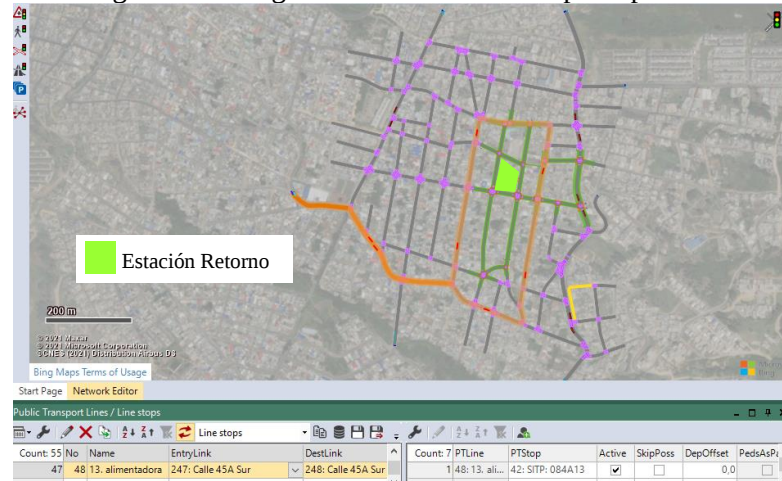
Una vez representada la oferta y la demanda en el software especializado de tránsito se puede observar cómo es el comportamiento del tránsito en la zona. A manera de ejemplo, se pueden observar en la Figura 103 los resultados obtenidos de la asignación de la demanda y la oferta actual, en los tramos simulados en el AII.

Figura 101. Selección de archivos para la asignación dinámica en VISSIM



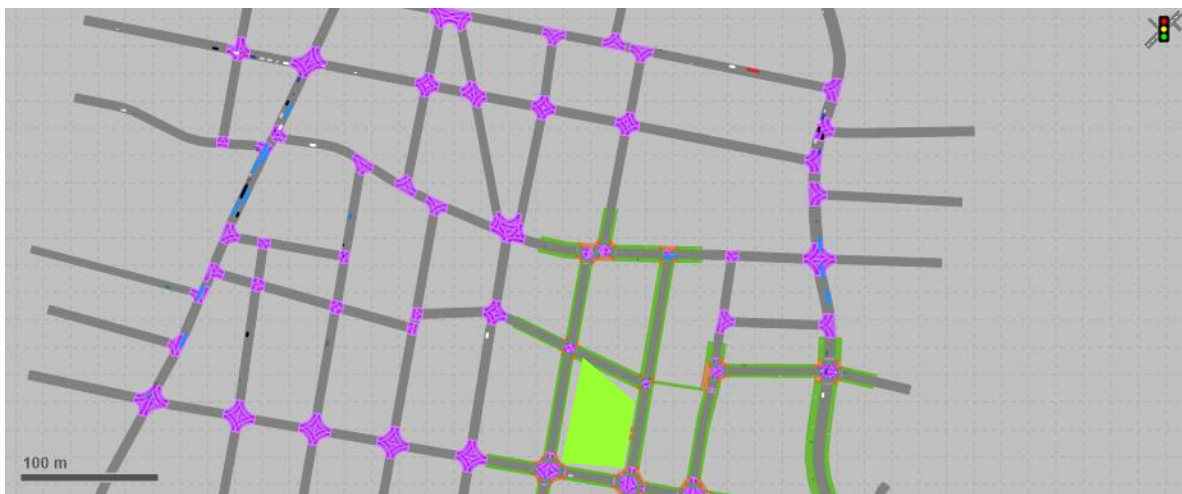
Fuente: Elaboración propia (2022)

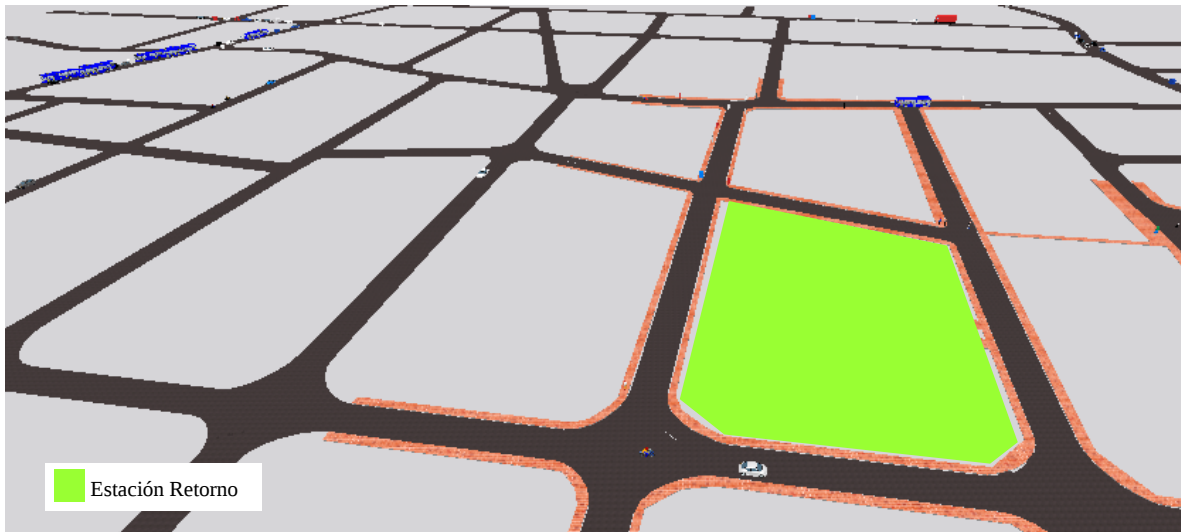
Figura 102. Asignación de rutas de transporte público



Fuente: Elaboración propia (2022)

Figura 103. Asignación vehicular resultante AII





Fuente: Elaboración propia (2022)

A continuación, se presentan los resultados de la calibración del modelo de microsimulación. Dentro del proceso de validación y aceptación de modelos utilizado por la consultoría se tuvo en cuenta las recomendaciones e indicaciones dadas en la *GUÍA PARA LA GENERACIÓN Y REVISIÓN DE MODELOS (Código: PE04-PR03-IN01)* de la Secretaría Distrital de Movilidad, en la cual se establecen unos indicadores mínimos de aceptabilidad para los modelos de microsimulación.

Dichos indicadores para los volúmenes vehiculares por tipo son:

- Parámetro 1: Para arcos individuales o segmentos analizados, el indicador GEH debe ser inferior a 5.0.
- Parámetro 2: Si el volumen vehicular observado es menor a 700 vehículos/hora, la diferencia con el volumen modelado no debe superar los 100 vehículos/hora.
- Parámetro 3: Si el volumen vehicular se encuentra entre 700 y 2.700 vehículos/hora, la diferencia entre los dos volúmenes no debe superar el 15%.
- Parámetro 4: Si el volumen vehicular supera los 2.700 vehículos/hora, la diferencia entre el volumen aforado y el modelado no debe superar los 400 vehículos/hora.

Dichos parámetros permiten el uso de pruebas de validación que son utilizadas como criterio para aceptar la representatividad de los modelos de Microsimulación. Con el cumplimiento de al menos 2 pruebas se puede considerar aceptado el modelo de Microsimulación. A continuación, se exponen las cuatro pruebas posibles:

- Prueba 1: Los parámetros 2, 3 y 4 deben cumplirse para más del 85% de los arcos evaluados, si esta prueba no se cumple se considera que el modelo no está calibrado.
- Prueba 2: El error de precisión debe estar por debajo del 5%, error que se calcula relacionando el total de los volúmenes de campo tomados para la elaboración del modelo (hitos de calibración) versus el total de los volúmenes modelados.
- Prueba 3: El parámetro 1 debe cumplirse para más del 85% de los arcos.

- Prueba 4: El GEH de todo el modelo no debe superar el valor de 4.0 para estar calibrado.

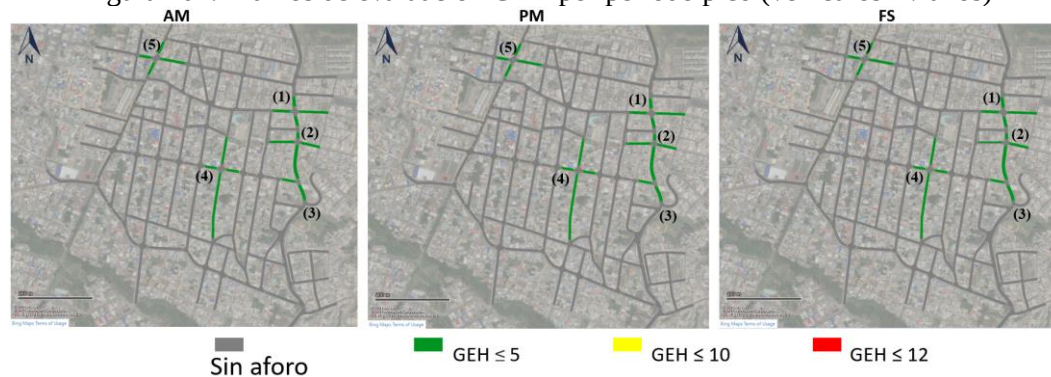
Por otro lado, la calibración de los tiempos de viajes modelados en la Microsimulación, para lo cual se deben utilizar rutas previamente seleccionadas; donde para el 85% de los casos se debe cumplir una de las siguientes condiciones:

- La diferencia relativa entre el tiempo promedio de viaje modelado y el tiempo observado no debe superar el 10%.
- Si la diferencia relativa entre el tiempo promedio de viaje modelado y el tiempo de viaje observado se encuentra entre el 10% y el 15%, ésta no puede ser superior a 1 minuto en términos absolutos.

➤ Calibración Vehicular

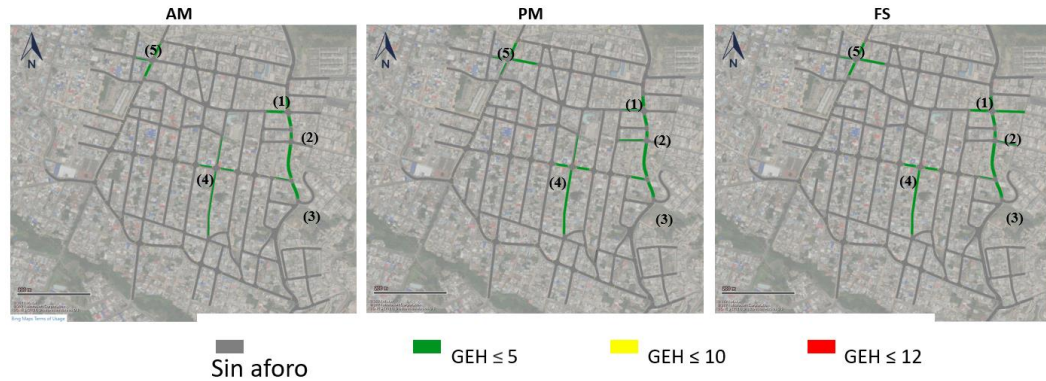
En la Figura 104, Figura 105, Figura 106, Figura 107 y Figura 108 se muestran los resultados de calibración para el periodo pico de la mañana y tarde del día atípico y para el periodo pico del día atípico (fin de semana – FS) por tipología vehicular, para las intersecciones de la Avenida Carrera 13b Este con Calle 42a Sur (1), con Calle 42c Sur (2) y con Calle 43a Sur (3), así como para la intersección de la Carrera 12b Este con Calle 43a Sur (3) y la Carrera 11 Este con Calle 42 Sur (2). El color verde sobre los tramos de red indica un GEH menor a 5,0.

Figura 104. Tramos de evaluación GEH por periodo pico (vehículos livianos)



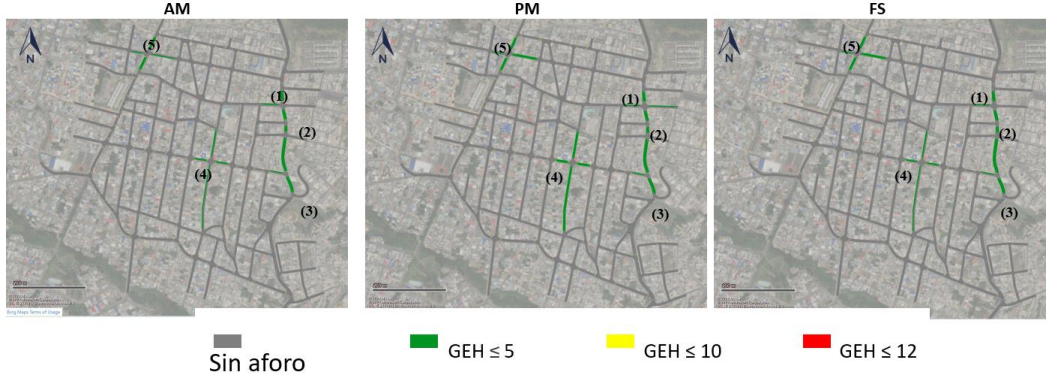
Fuente: Elaboración propia (2022)

Figura 105. Tramos de evaluación GEH por periodo pico (camiones)



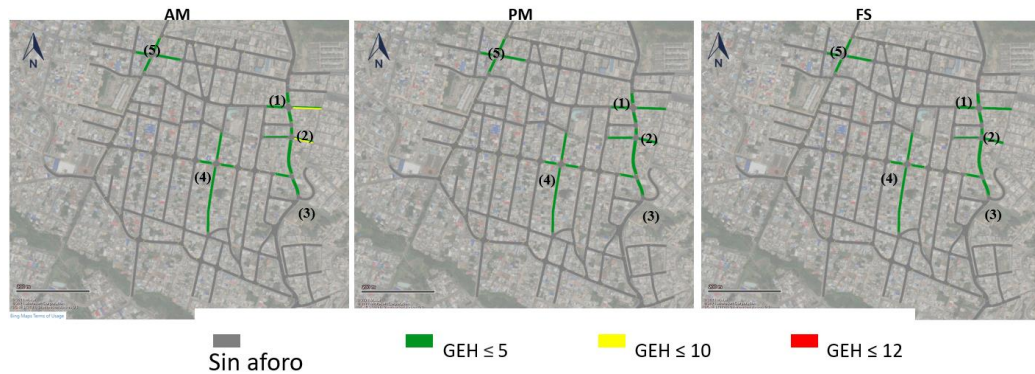
Fuente: Elaboración propia (2022)

Figura 106. Tramos de evaluación GEH por periodo pico (transporte público)



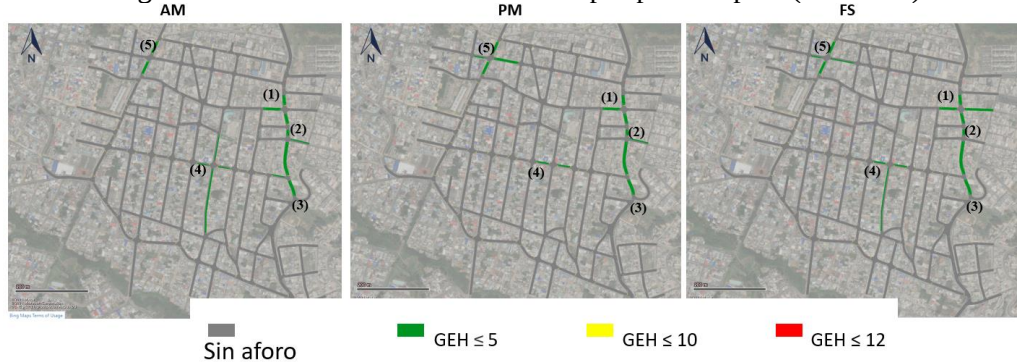
Fuente: Elaboración propia (2022)

Figura 107. Tramos de evaluación GEH por periodo pico (motos)



Fuente: Elaboración propia (2022)

Figura 108. Tramos de evaluación GEH por periodo pico (bicicletas)



Fuente: Elaboración propia (2022)

En la Tabla 21, Tabla 23 y Tabla 25, se presenta la comparación entre los volúmenes por movimiento y tipología vehicular observados y los volúmenes obtenidos después del proceso de asignación en la microsimulación. Los resultados muestran que para los tres picos y para todas las tipologías vehiculares se cumple el parámetro de GEH menor a 5 en más del 85% de los movimientos analizados, estando en todos los casos (pico AM, PM y FS) por encima del 90% con lo cual se cumple la Prueba 3

Asimismo, se hizo el chequeo de calibración a nivel agregado del modelo y los resultados para cada pico se muestran en la Tabla 22, Tabla 24 y Tabla 26. Dichos resultados muestran que para el pico AM el error de precisión de todo el modelo es de 4.9% (Se exige menor al 5%) y el GEH de la red del área de influencia es 3,7 (Se exige que sea menor a 4), con lo cual dichos criterios de calibración se cumplen. Para el pico PM el error de precisión es del 4.8% y el GEH de todo el modelo es 3.92 y para el pico FS el error de precisión fue del 2.7% y el GEH total de 2.03. con lo cual se cumple la Prueba 3 y 4 estipulada.

Tabla 21. Calibración por movimiento y modo pico AM

Interse	Mov	VOL. LIVIANOS		VOL. CAMIONES		VOL BUSES		VOL MOTOS		VOL. BICICLETAS		LIV	CAM	BUS	MOTOS	BICI
		Mod AM	Obs AM	Mod AM	Obs AM	Mod AM	Obs AM	Mod AM	Obs AM	Mod AM	Obs AM	GEH	GEH	GEH	GEH	GEH
M3: Carrera 13b Este - Calle 42a Sur	1	158	186	14	11	68	71	172	170	34	41	2.08	0.95	0.36	0.13	1.19
	5	12	0	0	0	0	0	5	0	6	0	4.90			3.20	3.32
	91	13	12	0	2	0	0	20	7	0	2	0.21	2.00		3.43	2.00
	2	321	337	13	11	99	94	639	584	33	40	0.88	0.65	0.52	2.22	1.09
	6	0	18	0	6	0	6	0	12	0	1	5.98	3.33	3.41	4.90	1.41
	92	0	0	0	0	0	0	5	0	4	0				3.16	2.83
	3	0	2	0	0	0	0	0	3	3	0	2.00			2.45	2.40
	7	10	8	0	0	0	0	5	5	2	1	0.74			0.23	0.78
	93	0	12	0	1	3	0	0	0	0	2	4.97	1.41	2.45		2.00
	4	7	4	4	0	0	0	8	3	2	0	1.37	2.78		2.21	2.12
	8	3	0	0	0	0	0	1	0	2	0	2.40			1.12	1.80
	94	16	12	0	0	0	0	14	10	3	0	0.96			1.10	2.40
M4: Carrera 11 Este - Calle 42 Sur	1	48	47	14	7	60	57	69	54	0	2	0.15	2.03	0.41	1.95	2.00
	5	5	0	0	0	0	0	1	0	2	0	3.24			1.22	2.06
	91	6	8	0	0	0	0	1	1	3	0	0.61			0.00	2.40
	2	77	85	6	7	70	64	189	213	5	9	0.93	0.20	0.76	1.73	1.51
	6	13	0	0	0	0	0	0	0	10	0	5.14				4.53
	92	22	3	0	0	0	0	10	3	0	0	5.29			2.75	
	3	33	35	0	0	0	2	22	43	6	0	0.41		2.00	3.76	3.35
	7	2	4	4	0	0	0	23	3	1	0	1.33	2.65		5.57	1.50
	93	20	18	0	6	0	9	7	20	2	0	0.42	3.46	4.24	3.54	2.00

Interse	Mov	VOL. LIVIANOS		VOL. CAMIONES		VOL BUSES		VOL MOTOS		VOL. BICICLETAS		LIV	CAM	BUS	MOTOS	BICI
		Mod AM	Obs AM	Mod AM	Obs AM	Mod AM	Obs AM	Mod AM	Obs AM	Mod AM	Obs AM	GEH	GEH	GEH	GEH	GEH
	4	54	43	0	0	0	0	105	64	7	0	1.64			4.46	3.70
	8	18	15	0	0	0	0	6	2	0	0	0.77			2.00	
	94	0	8	0	0	0	0	0	13	14	0	4.00			5.10	5.27
E31: Carrera 12 Este - Calle 43a Sur	1	3	2	1	0	0	8	9	3	3	0	0.47	1.22	4.00	2.56	2.35
	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0					
	91	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0					
	2	0	4	2	3	0	0	0	8	0	1	2.83	0.81		4.00	1.41
	6	0	2	0	0	0	0	0	1	0	0	2.00			1.41	
	92	2	0	0	0	0	0	0	0	2	0	2.06				2.00
	3	14	15	0	0	0	0	2	4	1	1	0.30			1.42	0.13
	7	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	1.41				1.41
	93	0	2	0	0	0	0	0	0	1	0	2.00				1.32
	4	20	24	0	3	0	3	8	15	0	0	0.94	2.45	2.45	1.92	
	8	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	2.45				
	94	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0					
E33: Carrera 13b Este - Calle 42c Sur	1	157	165	15	13	71	62	161	161	31	39	0.61	0.44	1.10	0.02	1.39
	5	4	4	0	0	0	0	11	2	5	0	0.12			3.46	3.04
	91	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0					
	2	301	310	13	16	99	84	627	596	33	36	0.51	0.81	1.49	1.27	0.51
	6	0	4	0	0	0	0	0	1	0	0	2.83			1.41	
	92	2	3	0	0	0	0	16	1	7	0	0.81			5.08	3.61
	3	3	0	0	0	0	0	0	0	5	0	2.29				3.28
	7	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	2.45				

Interse	Mov	VOL. LIVIANOS		VOL. CAMIONES		VOL BUSES		VOL MOTOS		VOL. BICICLETAS		LIV	CAM	BUS	MOTOS	BICI
		Mod AM	Obs AM	Mod AM	Obs AM	Mod AM	Obs AM	Mod AM	Obs AM	Mod AM	Obs AM	GEH	GEH	GEH	GEH	GEH
	93	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0					
	4	0	2	0	0	0	0	0	4	0	0	2.00			2.83	
	8	6	0	0	0	0	0	18	0	2	0	3.42			6.04	2.11
	94	7	6	0	0	0	0	18	19	5	3	0.30			0.12	0.83
E31: Carrera 13b Este - Calle 43a Sur	1	162	163	15	14	71	35	177	162	33	39	0.08	0.17	4.95	1.15	0.98
	91	1	3	0	0	0	0	3	1	0	0	1.41			1.41	
	2	333	322	13	13	98	93	631	602	39	0	0.59	0.18	0.59	1.17	8.82
	6	16	12	0	2	0	3	0	2	0	0	1.07	2.00	2.45	2.00	
	7	0	3	0	0	0	0	0	2	0	0	2.45			2.00	
	93	6	6	0	0	0	0	1	2	1	0	0.00			0.94	1.50
% Aceptación												94.4%	100.0%	100.0%	92.6%	96.3%

Fuente: Elaboración propia (2022)

Tabla 22. Resultados Calibración modelo completo pico AM

Total Observado	Total Modelado	Error Precisión	GEH Modelo Total
5636	5914	4.9%	3.66

Fuente: Elaboración propia (2022)

Tabla 23. Calibración por movimiento y modo pico PM

Interse	Mov	VOL. LIVIANOS		VOL. CAMIONES		VOL BUSES		VOL MOTOS		VOL. BICICLETAS		LIV	CAM	BUS	MOTOS	BICI
		Mod AM	Obs AM	Mod AM	Obs AM	Mod AM	Obs AM	Mod AM	Obs AM	Mod AM	Obs AM	GEH	GEH	GEH	GEH	GEH
M3: Carrera 13b Este - Calle 42a Sur	1	417	423	40	40	68	79	578	631	39	43	0.32	0.01	1.25	2.14	0.61
	5	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0					1.58
	91	31	19	0	1	0	0	33	21	3	3	2.49	1.41		2.29	0.00
	2	171	169	51	49	70	68	148	130	9	14	0.15	0.31	0.23	1.49	1.39
	6	0	21	0	1	0	6	0	4	0	0	6.48	1.41	3.46	2.83	
	92	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0		2.98			
	3	2	1	0	0	0	0	20	6	0	0	0.55			3.83	
	7	10	10	0	0	0	0	0	10	0	1	0.08			4.47	1.41
	93	0	14	2	0	3	0	0	14	0	0	5.29	2.08	2.45	5.29	
	4	4	2	3	0	0	0	2	4	0	0	1.09	2.35		0.91	
	8	3	0	0	0	0	0	5	0	0	0	2.24			3.11	
	94	0	4	0	0	0	1	0	2	3	0	2.83		1.41	2.00	2.35
M4: Carrera 11 Este - Calle 42 Sur	1	115	113	12	5	23	24	136	93	4	5	0.22	2.48	0.21	4.02	0.35
	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0					
	91	7	9	0	0	0	0	0	4	0	0	0.66			2.83	
	2	0	59	0	0	0	21	0	41	0	1	10.86		6.48	9.06	1.41
	6	65	0	0	0	26	0	44	0	0	0	11.42		7.21	9.33	
	92	0	12	0	0	0	0	3	4	0	2	4.90			0.62	2.00
	3	113	110	7	8	0	3	137	133	0	1	0.30	0.27	2.45	0.37	1.41
	7	8	9	6	2	0	1	1	5	0	0	0.52	2.09	1.41	2.31	
	93	105	101	0	8	0	8	71	74	0	1	0.43	4.00	4.00	0.40	1.41

Interse	Mov	VOL. LIVIANOS		VOL. CAMIONES		VOL BUSES		VOL MOTOS		VOL. BICICLETAS		LIV	CAM	BUS	MOTOS	BICI
		Mod AM	Obs AM	Mod AM	Obs AM	Mod AM	Obs AM	Mod AM	Obs AM	Mod AM	Obs AM	GEH	GEH	GEH	GEH	GEH
	4	49	31	0	0	0	0	13	7	0	0	2.81			1.76	
	8	0	16	0	5	0	4	0	6	0	2	5.66	3.16	2.83	3.46	2.00
	94	0	5	2	0	0	0	0	2	0	0	3.16	2.06		2.00	
E31: Carrera 12 Este - Calle 43a Sur	1	7	5	1	0	0	4	9	9	0	0	0.95	1.41	2.83	0.08	
	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0					
	91	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0					
	2	5	5	0	1	0	1	6	5	0	0	0.06	1.41	1.41	0.48	
	6	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0		1.41		1.41	
	92	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0.25				
	3	16	15	4	6	0	2	22	22	2	0	0.31	0.95	2.00	0.03	2.12
	7	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1.41				
	93	0	3	0	1	0	0	0	2	0	0	2.45	1.41		2.00	
	4	27	26	3	4	0	1	12	13	1	1	0.19	0.61	1.41	0.17	0.12
	8	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	2.45				
	94	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0					
E33: Carrera 13b Este - Calle 42c Sur	1	412	432	42	44	71	79	591	643	38	38	0.98	0.34	0.87	2.09	
	5	7	7	0	0	0	0	4	3	1	0	0.10			0.34	1.19
	91	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0					
	2	170	199	55	59	69	77	143	140	6	3	2.16	0.48	0.94	0.27	1.21
	6	0	2	0	1	0	0	0	2	0	0	2.00	1.41		2.00	
	92	0	1	0	0	0	0	5	1	0	0	1.41			2.16	
	3	0	1	0	0	0	0	0	6	0	0	1.41			3.46	
	7	0	2	0	0	0	0	0	1	0	0	2.00			1.41	

Interse	Mov	VOL. LIVIANOS		VOL. CAMIONES		VOL BUSES		VOL MOTOS		VOL. BICICLETAS		LIV	CAM	BUS	MOTOS	BICI
		Mod AM	Obs AM	Mod AM	Obs AM	Mod AM	Obs AM	Mod AM	Obs AM	Mod AM	Obs AM	GEH	GEH	GEH	GEH	GEH
	93	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0					
	4	0	1	0	0	0	0	6	1	0	0	1.41			2.72	
	8	3	2	0	0	0	0	3	2	0	0	0.70			0.67	
	94	2	8	0	0	0	0	4	6	4	1	2.83			1.02	1.73
E31: Carrera 13b Este - Calle 43a Sur	1	413	429	42	43	71	79	579	650	38	44	0.77	0.11	0.94	2.86	0.88
	91	0	5	0	0	0	3	0	2	0	0	3.16		2.45	2.00	
	2	169	195	56	53	69	72	147	151	6	4	1.96	0.35	0.36	0.29	0.69
	6	27	14	0	1	0	1	7	2	1	0	2.95	1.41	1.41	2.18	1.50
	7	0	4	0	0	0	0	0	1	0	0	2.83			1.41	
	93	19	19	4	1	0	0	22	7	2	0	0.09	1.84		3.96	2.00
% Aceptación												90.7%	100.0%	96.3%	94.4%	100.0%

Fuente: Elaboración propia (2022)

Tabla 24. Resultados Calibración modelo completo pico PM

Total Observado	Total Modelado	Error Precisión	GEH Modelo Total
6402	6092	4.8%	3.92

Fuente: Elaboración propia (2022)

Tabla 25. Calibración por movimiento y modo pico FS

Interse	Mov	VOL. LIVIANOS		VOL. CAMIONES		VOL BUSES		VOL MOTOS		VOL. BICICLETAS		LIV	CAM	BUS	MOTOS	BICI
		Mod AM	Obs AM	Mod AM	Obs AM	Mod AM	Obs AM	Mod AM	Obs AM	Mod AM	Obs AM	GEH	GEH	GEH	GEH	GEH
M3: Carrera 13b Este - Calle 42a Sur	1	479	485	30	37	51	64	319	314	18	15	0.28	1.21	1.71	0.28	0.83
	5	3	4	0	1	0	0	0	2	0	1	0.46	1.41		2.00	1.41
	91	30	26	5	4	0	0	29	10	0	2	0.77	0.36		4.35	2.00
	2	250	210	22	18	74	59	180	149	12	13	2.64	0.81	1.84	2.39	0.28
	6	0	33	0	4	0	5	0	18	0	2	8.12	2.83	3.16	6.00	2.00
	92	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0					
	3	13	2	0	0	0	0	25	5	0	0	3.90			5.21	
	7	17	4	0	1	0	0	0	7	0	1	4.01	1.41		3.74	1.41
	93	0	25	0	2	4	0	0	16	0	0	7.07	2.00	2.83	5.66	
	4	10	7	1	0	0	0	0	4	3	0	1.07	1.50		2.83	2.45
	8	5	5	0	0	0	0	5	1	0	0	0.06			2.16	
	94	5	8	0	1	0	0	0	1	1	1	1.23	1.41		1.41	0.12
M4: Carrera 11 Este - Calle 42 Sur	1	148	144	11	14	35	25	118	113	4	3	0.29	0.70	1.83	0.48	0.60
	5	0	7	0	0	0	0	0	4	0	1	3.74			2.83	1.41
	91	0	3	4	0	0	0	0	12	2	0	2.45	2.87		4.90	2.00
	2	73	70	10	8	26	22	55	56	3	3	0.31	0.67	0.76	0.09	0.07
	6	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2.87				
	92	0	13	0	2	0	0	0	9	0	0	5.10	2.00		4.24	
	3	138	136	4	8	0	1	66	66	2	1	0.20	1.75	1.41	0.00	0.90
	7	22	13	6	2	0	0	18	11	1	0	2.23	1.95		1.84	1.32
	93	86	89	5	7	0	5	42	46	0	1	0.35	0.65	3.16	0.56	1.41
	4	12	13	0	0	0	0	28	17	0	0	0.21			2.30	

Interse	Mov	VOL. LIVIANOS		VOL. CAMIONES		VOL BUSES		VOL MOTOS		VOL. BICICLETAS		LIV	CAM	BUS	MOTOS	BICI
		Mod AM	Obs AM	Mod AM	Obs AM	Mod AM	Obs AM	Mod AM	Obs AM	Mod AM	Obs AM	GEH	GEH	GEH	GEH	GEH
	8	37	36	0	2	0	0	8	11	0	0	0.22	2.00		1.11	
	94	0	2	1	0	0	1	0	6	0	1	2.00	1.41	1.41	3.46	1.41
E31: Carrera 12 Este - Calle 43a Sur	1	12	9	1	0	0	4	7	6	0	0	1.00	1.41	2.83	0.53	
	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0					
	91	0	5	0	0	0	0	0	2	0	0	3.16			2.00	
	2	5	4	0	0	0	0	2	7	0	0	0.47			2.36	
	6	0	4	0	1	0	0	0	2	0	0	2.83	1.41		2.00	
	92	0	1	0	0	0	0	0	2	0	0	1.41			2.00	
	3	39	37	5	5	0	0	10	12	0	0	0.30	0.06		0.56	
	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0					
	93	0	5	0	0	0	0	0	3	0	0	3.16			2.45	
	4	27	36	5	1	0	2	13	13	3	4	1.63	2.40	2.00	0.03	0.39
	8	0	2	0	1	0	1	0	2	0	1	2.00	1.41	1.41	2.00	1.41
	94	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0					
E33: Carrera 13b Este - Calle 42c Sur	1	455	475	29	36	55	61	315	313	19	19	0.93	1.30	0.79	0.09	0.11
	5	6	8	1	0	0	0	9	8	0	0	0.86	1.58		0.38	
	91	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0					
	2	241	243	20	13	31	59	181	175	12	16	0.15	1.77	4.17	0.48	1.07
	6	0	2	0	0	0	0	0	3	0	0	2.00			2.45	
	92	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3.91				
	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0					
	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0					
	93	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0					

	ACTUALIZACIÓN, AJUSTES Y COMPLEMENTACIÓN DE LA FACTIBILIDAD Y LOS ESTUDIOS Y DISEÑOS DEL CABLE AÉREO EN SAN CRISTÓBAL, EN BOGOTÁ D.C.	
---	--	---

Interse	Mov	VOL. LIVIANOS		VOL. CAMIONES		VOL BUSES		VOL MOTOS		VOL. BICICLETAS		LIV	CAM	BUS	MOTOS	BICI
		Mod AM	Obs AM	Mod AM	Obs AM	Mod AM	Obs AM	Mod AM	Obs AM	Mod AM	Obs AM	GEH	GEH	GEH	GEH	GEH
	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0					
	8	1	0	0	0	0	0	9	0	0	0	1.58			4.21	
	94	11	12	2	2	0	0	0	11	0	0	0.32	0.09		4.69	
E31: Carrera 13b Este - Calle 43a Sur	1	450	502	29	37	32	66	324	320	19	14	2.38	1.42	4.86	0.23	1.20
	91	0	4	0	2	0	0	0	4	0	0	2.83	2.00		2.83	
	2	249	251	21	24	74	66	181	158	12	16	0.14	0.74	0.90	1.77	1.07
	6	6	16	4	2	0	3	13	3	3	0	3.02	1.15	2.45	3.63	2.60
	7	0	1	0	0	0	0	0	2	0	0	1.41			2.00	
	93	19	17	1	0	0	0	10	7	0	0	0.52	1.58		1.10	
% Aceptación												94.4%	100.0%	100.0%	94.4%	100.0%

Fuente: Elaboración propia (2022)

Tabla 26. Resultados Calibración modelo completo pico FS

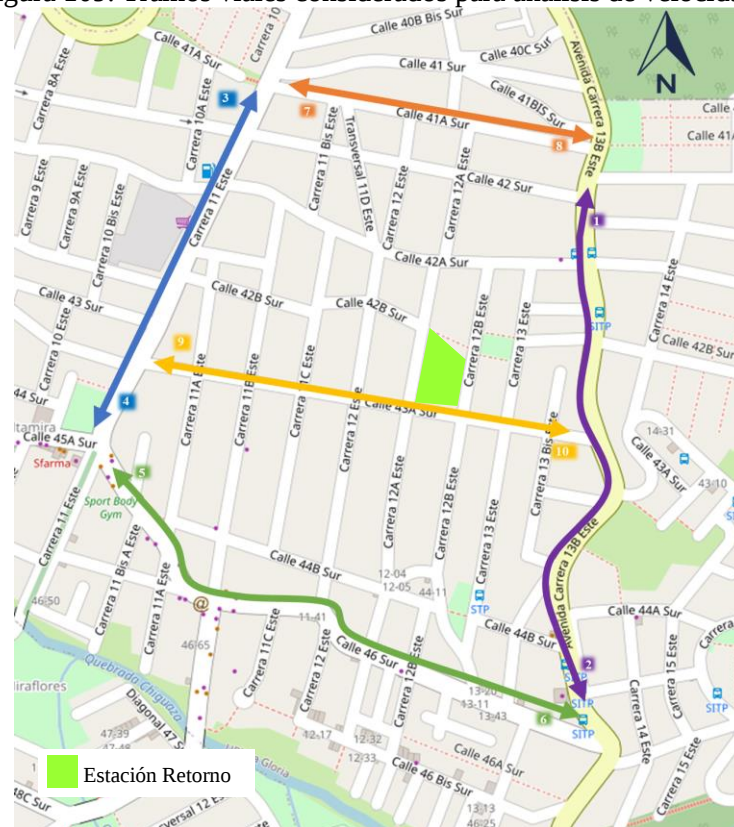
Total Observado	Total Modelado	Error Precisión	GEH Modelo Total
5694	5542	2.7%	2.03

Fuente: Elaboración propia (2022)

Adicionalmente al revisar aquellos volúmenes observados que son menores a 700 vehículos/hora se encuentra que, al compararlos con los volúmenes modelados, estos nunca son superiores en más de 100 vehículos/hora en ninguna de las tipologías vehiculares (Se cumple con el Parámetro 2 de la Guía de la SDM). De manera similar al revisar aquellos volúmenes observados que son superiores a 700 veh/hora, pero menores a 2.700 veh/hora se observa que la diferencia con los volúmenes modelados no supera el 15%, siendo la máxima diferencia encontrada del 10%. Con lo anterior también se estaría cumpliendo con el Parámetro 3 de lo recomendado.

Para la calibración por velocidades y tiempos de viaje se escogieron cinco tramos viales de análisis que permitieran tener en cuenta las características más relevantes de la circulación de flujos en el área de estudio. Por ello se escogió el tramo de la Carrera 13b este entre Calles 42 Sur y 46, la Carrera 11 este entre las mismas calles mencionadas anteriormente. Los otros ejes viales fueron la Calle 41a Sur, la Calle 46 Sur y la Calle 43a Sur (ver Figura 109).

Figura 109. Tramos viales considerados para análisis de velocidades

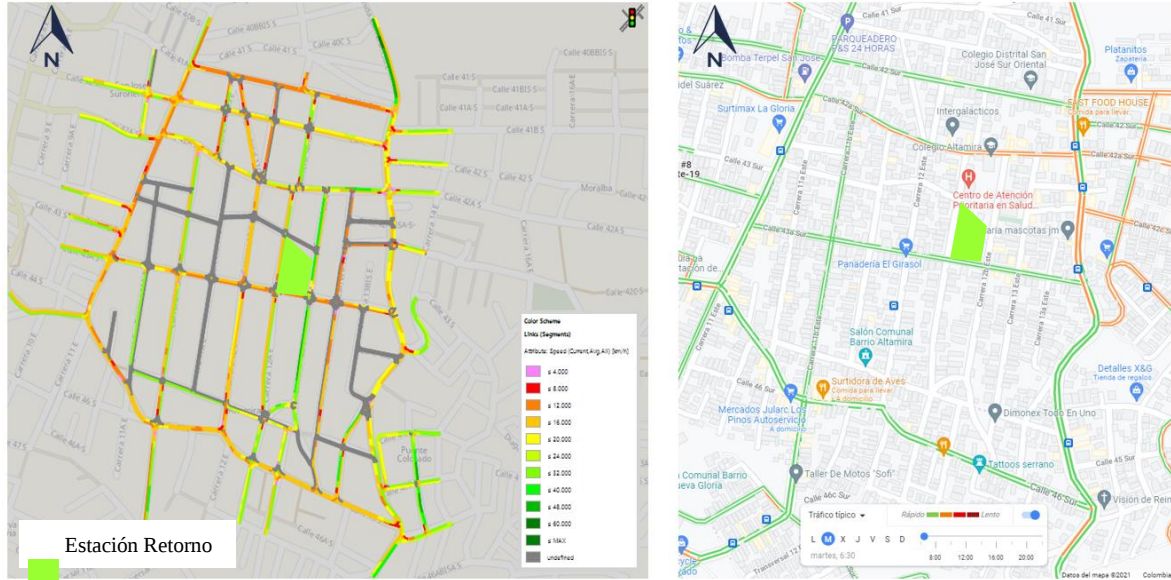


Fuente: Elaboración propia (2022)

En la Figura 110 se puede observar las velocidades obtenidas en el modelo para el pico AM, donde se observan bajas velocidades principalmente en los corredores de la Carrera 11 Este, Calle 46 Sur y Calle 43a Sur. Además, en la Tabla 27 se observa los resultados de calibración por velocidades y tiempo de viaje. Cabe aclarar que las velocidades observadas corresponden a las velocidades promedio obtenidas a partir de la API de Google desarrollada por el equipo consultor y que se articula

mediante un script desarrollado en R.

Figura 110. Velocidades promedio zona de análisis y tiempos de recorrido pico AM



Fuente: Elaboración propia (2022)

Tabla 27. Resultados calibración por velocidades y tiempos de viaje pico AM

No.	ORIGEN	DESTINO	DISTANCIA A (m)	TIEMPO RECORRIDO OBSERVADO (seg)	TIEMPO RECORRIDO MODELADO (seg)	VELOCIDAD OBSERVADA (km/h)	VELOCIDAD MODELADA (km/h)	DIFERENCIA TRAVEL TIME (%)	DIFERENCIA SPED (%)	CALIBRACIÓN TIEMPOS DE RECORRIDO		CALIBRACIÓN VELOCIDADES	
										INT. 1	INT. 2	INT. 1	INT. 2
1	AK 13B Este - Cll 45 Sur	AK 13B Este - Cll 41A Sur	700	144	131	17,5	18,0	8,82	2,62	1	-	1	-
2	AK 13B Este - Cll 41A Sur	AK 13B Este - Cll 45 Sur	700	138	135	18,3	17,5	2,23	4,29	1	-	1	-
3	Kr 11 Este - Cll 41A Sur	Kr 11 Este - Cll 44A Sur	400	120	120	12,0	12,0	0,19	0,19	1	-	1	-
4	Kr 11 Este - Cll 44A Sur	Kr 11 Este - Cll 41A Sur	400	120	120	12,0	12,0	0,25	0,25	1	-	1	-
5	Cll 46 Sur - AK 13B Este	Cll 46 Sur - Kr 11 Este	650	180	187	13,0	12,5	3,74	3,61	1	-	1	-
6	Cll 46 Sur - Kr 11 Este	Cll 46 Sur - AK 13B Este	650	180	190	13,0	12,3	5,56	5,26	1	-	1	-
7	Cll 42 Sur - AK 13B Este	Cll 42 Sur - AK 11 Este	350	138	127	9,1	9,8	8,20	7,38	1	-	1	-
8	Cll 42 Sur - AK 11 Este	Cll 42 Sur - AK 13B Este	350	120	120	10,5	10,3	0,16	1,59	1	-	1	-
9	Cll 43A Sur - AK 13B Este	Cll 43A Sur - Kr 11 Este	450	120	124	13,5	13,1	3,11	3,02	1	-	1	-
10	Cll 43A Sur - Kr 11 Este	Cll 43A Sur - AK 13B Este	450	138	149	11,7	10,9	7,66	7,12	1	-	1	-

100%	100%
% ACEPTACIÓN	% ACEPTACIÓN



1	Tiempos de recorrido de rutas
2	Velocidades de rutas individuales

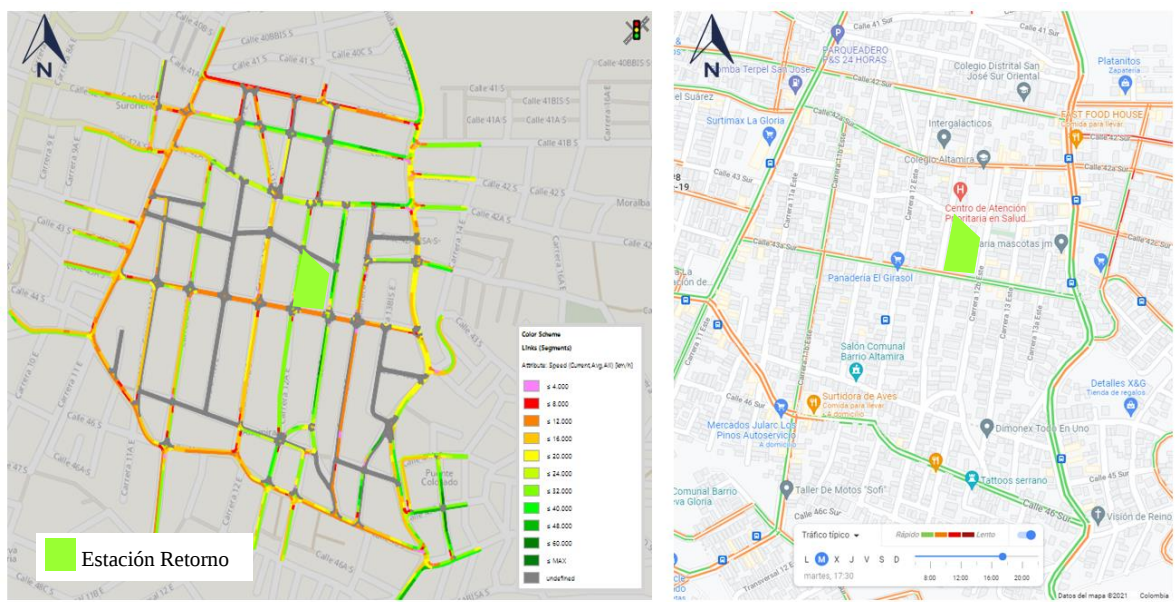
Fuente: Elaboración propia (2022)

Tomando como referencia lo recomendado por la SDM para la verificación de la calibración de los tiempos de viaje modelados en la microsimulación se deben utilizar rutas seleccionadas y para el 85% de los casos se debe cumplir que la diferencia relativa entre el tiempo promedio de viaje modelado y el tiempo observado no debe superar el 10%. Sin embargo, si la diferencia relativa entre el tiempo promedio de viaje modelado y el tiempo de viaje observado se encuentra entre el 10% y el 15%, esta

no puede ser superior a 1 minutos en términos absolutos. Por lo tanto, los resultados mostrados en la Tabla 27 dejan ver que a diferencia entre lo modelado y observado tanto en velocidades como en tiempos de viaje en los tramos de análisis seleccionados nunca supera el 10%, con lo cual se cumple los criterios recomendados por la SDM en un 100%.

Asimismo, para el periodo pico PM se presenta el mismo análisis en la Figura 111.

Figura 111. Velocidades promedio zona de análisis y tiempos de recorrido pico PM



Fuente: Elaboración propia (2022)

Tabla 28. Resultados calibración por velocidades y tiempos de viaje pico PM

No.	ORIGEN	DESTINO	DISTANCIA A (m)	TIEMPO RECORRIDO OBSERVADO (seg)	TIEMPO RECORRIDO MODELADO (seg)	VELOCIDAD OBSERVADA (Km/h)	VELOCIDAD MODELADA (Km/h)	DIFERENCIA TRAVEL TIME (%)	DIFERENCIA SPED (%)	CALIBRACIÓN TIEMPOS DE RECORRIDO		CALIBRACIÓN VELOCIDADES	
										INT. 1	INT. 2	INT. 1	INT. 2
1	AK 13B Este - Cil 45 Sur	AK 13B Este - Cil 41A Sur	700	138	121	18,3	19,4	12,13	6,49	-	1	1	-
2	AK 13B Este - Cil 41A Sur	AK 13B Este - Cil 45 Sur	700	187	165	13,5	14,3	12,01	6,48	-	1	1	-
3	Kr 11 Este - Cil 41A Sur	Kr 11 Este - Cil 44A Sur	400	138	146	10,4	9,9	5,83	5,46	1	-	1	-
4	Kr 11 Este - Cil 44A Sur	Kr 11 Este - Cil 41A Sur	400	120	117	12,0	12,3	2,45	2,51	1	-	1	-
5	Cil 46 Sur - AK 13B Este	Cil 46 Sur - Kr 11 Este	650	207	180	11,3	13,0	13,06	15,07	-	1	-	0
6	Cil 46 Sur - Kr 11 Este	Cil 46 Sur - AK 13B Este	650	207	239	11,3	9,8	15,64	13,49	-	0	-	1
7	Cil 42 Sur - AK 13B Este	Cil 42 Sur - AK 11 Este	350	144	145	8,8	8,5	0,91	2,32	1	-	1	-
8	Cil 42 Sur - AK 11 Este	Cil 42 Sur - AK 13B Este	350	120	125	10,5	10,0	3,92	5,15	1	-	1	-
9	Cil 43A Sur - AK 13B Este	Cil 43A Sur - Kr 11 Este	450	138	156	11,7	10,4	12,95	11,47	-	1	-	1
10	Cil 43A Sur - Kr 11 Este	Cil 43A Sur - AK 13B Este	450	138	149	11,7	10,9	7,67	7,13	1	-	1	-

90%	90%
% ACEPTACIÓN	% ACEPTACIÓN

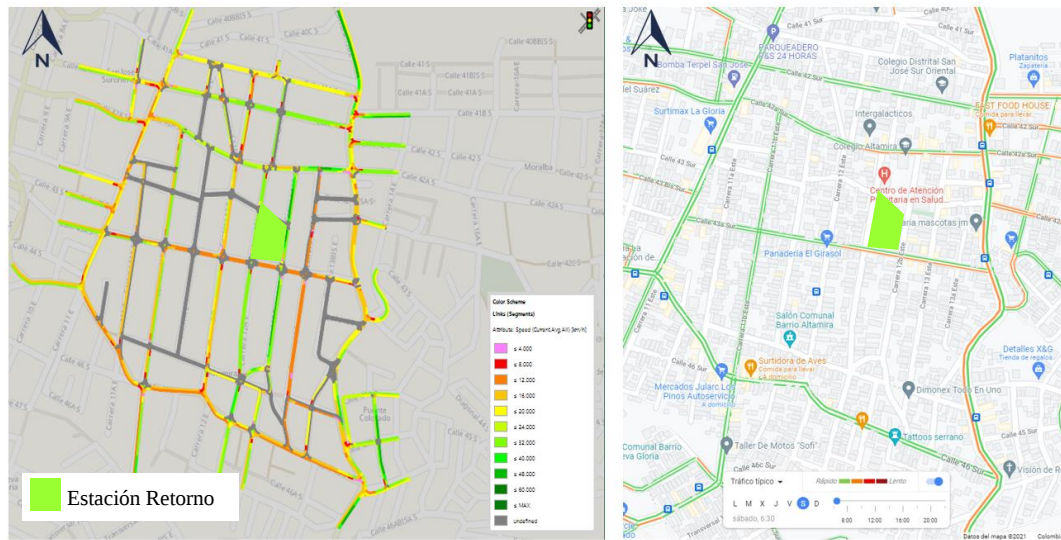
1	Tiempos de recorrido de rutas
2	Velocidades de rutas individuales

Fuente: Elaboración propia (2022)

Los resultados para el pico PM muestran que con base a los criterios de calibración exigidos por la SDM estos se cumplen en un 90%, lo cual cae dentro del rango de aceptación ya que el criterio exige que se cumpla para más del 85% de los tramos evaluados.

Para el pico FS las velocidades obtenidas se muestran en la Figura 112 y los resultados de calibración. Los resultados para este pico muestran que con base a los criterios de calibración exigidos por la SDM estos se cumplen en un 100%.

Figura 112. Velocidades promedio zona de análisis y tiempos de recorrido pico FS



Fuente: Elaboración propia (2022)

Tabla 29. Resultados calibración por velocidades y tiempos de viaje pico FS

No.	ORIGEN	DESTINO	DISTANCIA A (m)	TIEMPO RECORRIDO OBSERVADO (seg)	TIEMPO RECORRIDO MODELADO (seg)	VELOCIDAD OBSERVADA (Km/h)	VELOCIDAD MODELADA (Km/h)	DIFERENCIA TRAVEL TIME (%)	DIFERENCIA SPED (%)	CALIBRACIÓN TIEMPOS DE RECORRIDO		CALIBRACIÓN VELOCIDADES	
										INT. 1	INT. 2	INT. 1	INT. 2
1	AK 13B Este - Cil 45 Sur	AK 13B Este - Cil 41A Sur	700	138	133	18,3	17,7	3,41	3,12	1	-	1	-
2	AK 13B Este - Cil 41A Sur	AK 13B Este - Cil 45 Sur	700	138	141	18,3	16,8	1,96	8,22	1	-	1	-
3	Kr 11 Este - Cil 41A Sur	Kr 11 Este - Cil 44A Sur	400	90	82	16,0	17,5	8,79	9,64	1	-	1	-
4	Kr 11 Este - Cil 44A Sur	Kr 11 Este - Cil 41A Sur	400	120	121	12,0	11,9	0,67	0,67	1	-	1	-
5	Cil 46 Sur - AK 13B Este	Cil 46 Sur - Kr 11 Este	650	152	166	15,4	14,1	9,42	8,64	1	-	1	-
6	Cil 46 Sur - Kr 11 Este	Cil 46 Sur - Cil 41A Sur	650	207	232	11,3	10,1	12,30	10,92	-	1	-	1
7	Cil 42 Sur - AK 13B Este	Cil 42 Sur - AK 11 Este	350	60	66	21,0	18,8	10,07	10,45	-	1	-	1
8	Cil 42 Sur - AK 11 Este	Cil 42 Sur - AK 13B Este	350	60	67	21,0	18,6	11,58	11,65	-	1	-	1
9	Cil 43A Sur - AK 13B Este	Cil 43A Sur - Kr 11 Este	450	138	151	11,7	10,7	9,23	8,45	1	-	1	-
10	Cil 43A Sur - Kr 11 Este	Cil 43A Sur - AK 13B Este	450	138	138	11,7	11,7	0,18	0,19	1	-	1	-

100%		100%	
% ACEPTACIÓN		% ACEPTACIÓN	



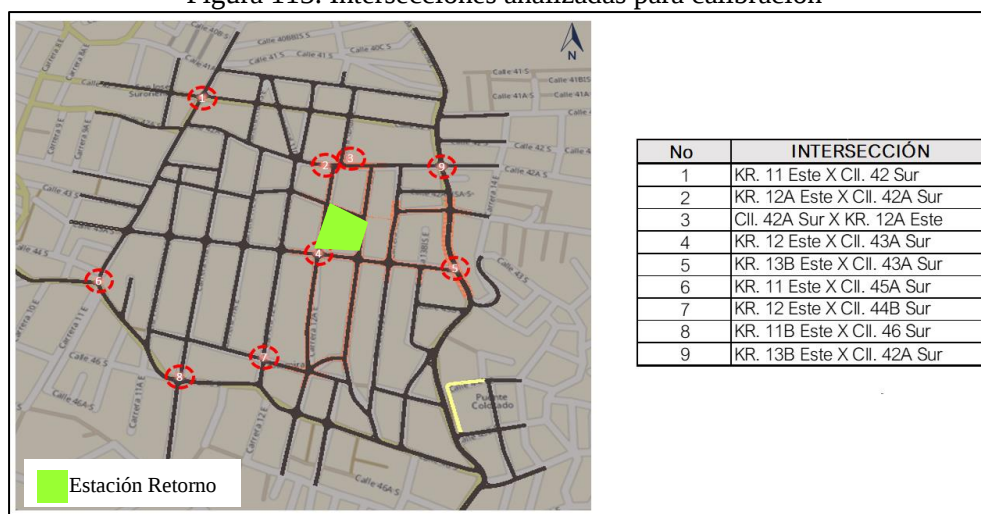
1	Tiempos de recorrido de rutas
2	Velocidades de rutas individuales

Fuente: Elaboración propia (2022)

Adicionalmente, se realizó una validación de la representatividad de las velocidades dentro de la zona de análisis, de acuerdo con la información recabada. De esta manera, es común observar velocidades altas, especialmente en las motocicletas, en las vías que van en contrasentido a los mayores flujos de la mañana y de la tarde. De tal manera, se comprobó que la representación de este parámetro es la adecuada en función a lo identificado en la zona.

Como parte de los análisis de calibración se hizo un análisis por intersecciones, dentro de las cuales se analizaron 9 intersecciones que se muestran en la Figura 113. A dichos puntos se les hizo un análisis de colas y demoras por movimiento y por intersección obteniéndose el nivel de servicio (NDS) actual.

Figura 113. Intersecciones analizadas para calibración



Fuente: Elaboración propia (2022)

En la Tabla 30 se muestran los resultados obtenidos para el pico AM, donde se observa que las intersecciones de análisis muestran NDS A y B y a nivel de movimiento el comportamiento es similar, con excepción del movimiento 8 (Norma RILSA) de la intersección 1 que muestra un NDS C.

En la Tabla 32 se muestran los resultados obtenidos para el pico PM, donde se observa que las intersecciones de análisis 5 y 7 muestran NDS C, las intersecciones 1 y 4 muestran NDS B y las restantes un NDS A. En el análisis por movimiento, la mayoría muestran un NDS A, con excepción del movimiento 8 (Norma RILSA) de la intersección 1 que muestra un NDS C, junto con el movimiento 1 y 5 de la intersección 7 y el movimiento 1 de la intersección 5. El movimiento más crítico con un NDS E se presenta para el movimiento 9(3) de la intersección 9.

En la Tabla 33 se muestran los resultados obtenidos para el pico FS, donde se observa que al igual que el pico AM todas las intersecciones presenta un NDS A. Aparecen unos movimientos con NDS B en la intersección 1, 8 y 9 y solo el movimiento 9(3) de la intersección 9 presenta un NDS C.

Estos resultados de NDS para las intersecciones de control dejan ver que las condiciones actuales de dichos puntos son adecuadas para soportar el flujo vehicular que circula por cada una de ellas, esto se debe principalmente a que los flujos vehiculares en las horas de máxima demanda no son muy altos y ninguno supera la capacidad de saturación de estos ejes viales, a pesar de que en su mayoría todas las vías son de doble sentido.

Tabla 30. Indicadores de tráfico por intersección pico AM

No	Intersección	Long. Cola Prom. (m)	Demora (Seg)	Nivel de Servicio	Acceso	Movimiento (R/LSA)	Long. Cola Prom. (m)	Demora (Seg)	Nivel de Servicio
1	KR. 11 Este X Cll. 42 Sur	2,5	3,7	A	NORTE	1	0,0	2,3	A
						5	0,0	1,9	A
						91	1,1	0,0	A
					SUR	2	0,0	0,3	A
						6	0,0	2,3	A
						92	0,0	0,2	A
					OESTE	3	3,3	7,8	A
						7	3,1	10,0	A
						93	2,1	8,8	A
					ESTE	4	6,5	8,2	A
						8	5,9	15,7	C
						94	4,3	8,9	A
2	KR. 12A Este X Cll. 42A Sur	0,0	0,8	A	SUR	6	0,0	0,0	A
						92	0,0	7,2	A
						3	0,0	0,4	A
					OESTE	93	0,0	0,9	A
						4	0,0	0,3	A
						8	0,0	0,4	A
3	Cll. 42A Sur X KR. 12A Este	0,0	1,2	A	NORTE	5	0,0	0,0	A
						91	0,0	6,5	A
						3	0,0	0,0	A
					OESTE	7	0,0	0,4	A
						4	0,0	0,3	A
						94	0,0	0,0	A
4	KR. 12 Este X Cll. 43A Sur	0,1	1,8	A	NORTE	1	0,2	4,9	A
						5	0,1	0,0	A
						91	0,1	0,0	A
					SUR	2	0,1	8,0	A
						6	0,1	0,0	A
						92	0,1	6,5	A
					OESTE	3	0,0	0,3	A
						7	0,0	0,0	A
						93	0,0	0,2	A
					ESTE	4	0,0	0,1	A
						8	0,0	0,0	A
						94	0,0	0,0	A
5	KR. 13B Este X Cll. 43A Sur	3,9	4,5	A	NORTE	1	5,9	11,7	B
						91	8,3	8,4	B
						2	4,4	1,6	A
					SUR	6	4,3	2,4	A
						7	0,1	0,0	A
						93	0,1	5,9	A
6	KR. 11 Este X Cll. 45A Sur	0,6	3,3	A	NORTE	1	2,7	8,3	A
						91	2,7	6,6	A
						2	0,0	0,1	A
					SUR	6	0,0	1,0	A
						7	0,1	1,1	A
						93	0,0	1,4	A
7	KR. 12 Este X Cll. 44B Sur	0,1	5,5	A	NORTE	1	0,4	10,6	B
						5	0,4	8,0	A
						91	0,3	0,0	A
					SUR	2	0,2	4,0	A
						6	0,1	0,0	A
						92	0,1	0,0	A
					OESTE	3	0,0	0,0	A
						7	0,0	0,0	A
						93	0,0	0,0	A
					ESTE	4	0,0	0,0	A
						8	0,0	0,0	A
						94	0,0	0,0	A
8	KR. 11B Este X Cll. 46 Sur	1,0	5,5	A	NORTE	1	0,7	5,2	A
						5	1,7	0,0	A
						91	0,7	0,0	A
					SUR	2	2,1	7,9	A
						6	5,7	14,1	B
						92	2,1	8,2	A
					OESTE	3	0,0	0,1	A
						7	0,0	0,0	A
						93	0,1	0,5	A
					ESTE	4	0,0	0,7	A
						94	0,0	0,0	A
						8	0,0	2,1	A
9	KR. 13B Este X Cll. 42A Sur	1,4	2,4	A	NORTE	1	4,0	5,1	A
						5	4,0	2,4	A
						91	4,0	3,6	A
					SUR	2	1,7	0,5	A
						6	1,7	0,0	A
						92	2,1	0,4	A
					OESTE	3	0,1	8,9	A
						7	0,7	11,5	B
						93	0,5	11,3	B
					ESTE	4	0,1	7,5	A
						8	0,1	6,9	A
						94	1,6	16,1	B

Fuente: Elaboración propia (2022)

Tabla 31. Indicadores de tráfico por intersección pico PM

No	Intersección	Long. Cola Prom. (m)	Demora (Seg)	Nivel de Servicio	Acceso	Movimiento (RILSA)	Long. Cola Prom. (m)	Demora (Seg)	Nivel de Servicio
1	KR. 11 Este X Cll. 42 Sur	6,1	10,1	B	NORTE	1	0,0	2,3	A
						5	0,0	1,9	A
						91	0,0	0,9	A
					SUR	2	0,0	0,3	A
						6	0,0	2,3	A
						92	0,0	0,2	A
					OESTE	3	3,3	7,8	A
						7	3,1	10,0	A
						93	2,1	8,8	A
					ESTE	4	6,5	8,2	A
						8	5,9	15,7	C
						94	4,3	8,9	A
2	KR. 12A Este X Cll. 42A Sur	0,1	1,6	A	SUR	6	0,1	7,3	A
						92	0,1	0,0	A
					OESTE	3	0,0	0,5	A
						93	0,0	0,0	A
					ESTE	4	0,1	0,3	A
						8	0,1	0,2	A
3	Cll. 42A Sur X KR. 12A Este	0,0	2,5	A	NORTE	5	0,1	0,0	A
						91	0,1	7,0	A
					OESTE	3	0,0	0,1	A
						7	0,0	0,0	A
					ESTE	4	0,0	0,3	A
						94	0,0	0,0	A
4	KR. 12 Este X Cll. 43A Sur	0,1	10,9	B	NORTE	1	0,2	10,8	A
						5	0,2	0,0	A
						91	0,2	0,0	A
					SUR	2	0,1	10,7	A
						92	0,1	6,8	A
						6	0,1	0,0	A
					OESTE	3	0,0	0,2	A
						7	0,0	0,0	A
						93	0,0	0,0	A
					ESTE	4	0,0	0,0	A
						8	0,0	0,0	A
						94	0,0	0,0	A
5	KR. 13B Este X Cll. 43A Sur	9,1	15,5	C	NORTE	1	25,7	18,3	C
						91	25,4	0,0	A
					SUR	2	3,6	1,8	A
						6	3,5	2,9	A
					OESTE	7	1,2	0,0	A
						93	1,4	15,0	A
6	KR. 11 Este X Cll. 45A Sur	0,3	2,7	A	NORTE	1	1,5	7,2	A
						91	1,5	5,2	A
					SUR	2	0,0	0,2	A
						6	0,0	1,0	A
					OESTE	7	0,0	1,0	A
						93	0,0	1,1	A
7	KR. 12 Este X Cll. 44B Sur	0,8	16,9	C	NORTE	1	2,8	14,7	C
						5	2,9	19,0	C
						91	2,2	0,0	A
					SUR	2	0,1	3,9	A
						6	0,1	0,0	A
						92	0,1	0,0	A
					OESTE	3	0,0	0,0	A
						7	0,0	0,0	A
						93	0,0	0,0	A
					ESTE	4	0,0	0,0	A
						8	0,0	0,0	A
						94	0,0	0,0	A
8	KR. 11B Este X Cll. 46 Sur	1,2	4,5	A	NORTE	1	1,2	4,3	A
						5	4,8	0,0	A
						91	1,2	0,0	A
					SUR	2	1,4	7,5	A
						6	3,9	11,0	B
						92	1,4	7,9	A
					OESTE	3	0,1	0,3	A
						7	0,2	0,0	A
						93	0,4	2,0	A
					ESTE	4	0,0	0,0	A
						8	0,0	2,9	A
						94	0,0	0,0	A
9	KR. 13B Este X Cll. 42A Sur	2,9	7,3	A	NORTE	1	0,0	0,0	A
						5	9,3	8,6	B
						91	0,0	0,0	A
					SUR	2	3,3	1,3	A
						6	3,3	0,0	A
						92	4,2	0,6	A
					OESTE	3	0,2	9,0	A
						7	1,1	11,5	A
						93	1,3	35,8	E
					ESTE	4	0,0	7,3	A
						8	0,6	20,2	C
						94	0,4	9,2	A

Fuente: Elaboración propia (2022)

Tabla 32. Indicadores de tráfico por intersección pico FS

No	Intersección	Long. Cola Prom. (m)	Demora (Seg)	Nivel de Servicio	Acceso	Movimiento (RILSA)	Long. Cola Prom. (m)	Demora (Seg)	Nivel de Servicio
1	KR. 11 Este X Cll. 42 Sur	6,0	7,9	A	NORTE	1	0,0	1,8	A
						5	0,0	0,0	A
						91	0,0	0,9	A
					SUR	2	0,0	0,1	A
						6	0,0	0,4	A
						92	0,0	0,0	A
					OESTE	3	19,4	15,1	B
						7	18,7	16,0	B
						93	14,8	17,0	B
					ESTE	4	2,7	5,8	A
						8	2,6	15,3	B
						94	1,8	7,6	A
2	KR. 12A Este X Cll. 42A Sur	0,1	2,0	A	SUR	6	0,1	7,5	A
						92	0,1	0,0	A
					OESTE	3	0,0	1,1	A
						93	0,0	0,0	A
					ESTE	4	0,1	0,4	A
						8	0,1	0,2	A
3	Cll. 42A Sur X KR. 12A Este	0,1	2,7	A	NORTE	5	0,2	0,0	A
						91	0,1	6,9	A
					OESTE	3	0,0	0,1	A
						7	0,0	0,0	A
					ESTE	4	0,0	0,1	A
						94	0,0	0,0	A
4	KR. 12 Este X Cll. 43A Sur	0,1	1,8	A	NORTE	1	0,3	6,9	A
						5	0,2	0,0	A
						91	0,2	0,0	A
					SUR	2	0,1	6,6	A
						6	0,1	0,0	A
						92	0,1	0,0	A
					OESTE	3	0,0	0,1	A
						7	0,0	0,0	A
						93	0,0	0,0	A
					ESTE	4	0,0	0,1	A
						8	0,0	0,0	A
						94	0,0	0,0	A
5	KR. 13B Este X Cll. 43A Sur	4,7	3,4	A	NORTE	1	6,7	3,3	A
						91	9,4	0,0	A
					SUR	2	5,3	2,8	A
						6	5,2	3,7	A
					OESTE	7	0,8	0,0	A
						93	0,0	0,0	A
6	KR. 11 Este X Cll. 45A Sur	0,5	3,1	A	NORTE	1	2,5	7,2	A
						91	2,5	5,9	A
					SUR	2	0,0	0,1	A
						6	0,0	0,8	A
						7	0,1	0,8	A
					OESTE	93	0,0	1,3	A
						1	0,7	8,0	A
					NORTE	5	0,7	8,7	A
						91	0,5	0,0	A
					SUR	2	0,2	4,1	A
						6	0,1	0,0	A
						92	0,1	0,0	A
7	KR. 12 Este X Cll. 44B Sur	0,2	7,0	A	OESTE	3	0,0	0,0	A
						7	0,0	0,0	A
						93	0,0	0,0	A
					ESTE	4	0,0	0,0	A
						8	0,0	0,0	A
						94	0,0	0,0	A
8	KR. 11B Este X Cll. 46 Sur	1,0	3,8	A	NORTE	1	1,2	4,4	A
						5	4,3	0,0	A
						91	1,2	0,0	A
					SUR	2	1,0	7,4	A
						6	3,1	10,3	B
						92	1,0	7,7	A
					OESTE	3	0,1	0,4	A
						7	0,2	0,0	A
						93	0,4	1,8	A
					ESTE	4	0,0	0,0	A
						8	0,0	1,1	A
						94	0,0	0,0	A
9	KR. 13B Este X Cll. 42A Sur	2,4	3,1	A	NORTE	1	4,5	3,5	A
						5	4,5	2,1	A
						91	4,5	2,0	A
					SUR	2	4,9	1,6	A
						6	4,9	0,0	A
						92	6,2	0,0	A
					OESTE	3	0,2	7,6	A
						7	1,7	11,6	B
						93	1,3	16,2	C
					ESTE	4	0,0	7,2	A
						8	0,0	7,0	A
						94	0,6	9,7	A

Fuente: Elaboración propia (2022)

Por otro lado, al revisar las densidades sobre los tramos viales (ver Figura 114) se observa que para los tres periodos picos de análisis los tramos de mayor densidad son la Avenida Carrera 13b Este y la Carrera 11 Este, lo cual resulta lógico ya que son los ejes viales dentro del AII con mayor circulación de vehículos y que además soportan todas las rutas de transporte público del sector.

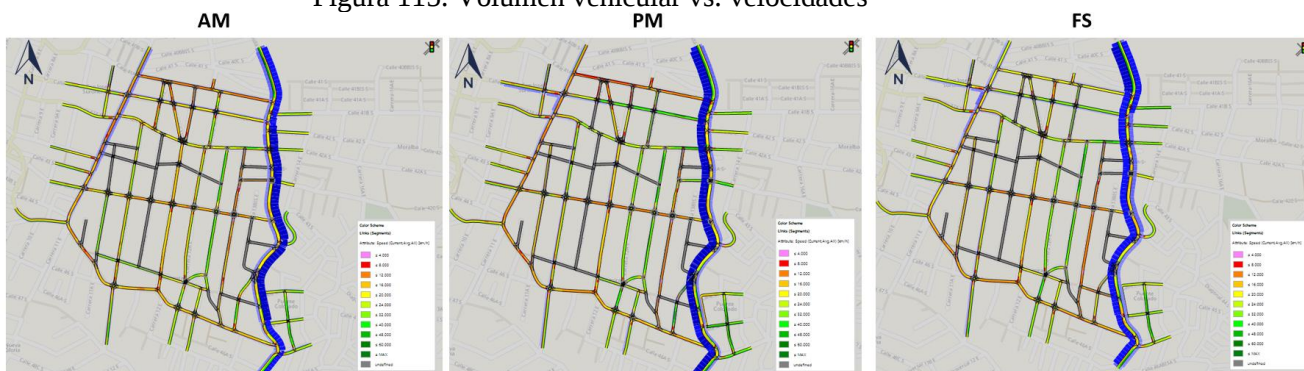
Figura 114. Densidades vehiculares



Fuente: Elaboración propia (2022)

Asimismo, también se muestran una comparación entre los volúmenes vehiculares versus las velocidades

Figura 115. Volumen vehicular vs. velocidades



Fuente: Elaboración propia (2022)

De manera general, se observan resultados consistentes con condiciones de flujo libre a lo largo de la red, salvo en los tramos viales de la Avenida Carrera 13b Este y carrera 11 Este. (ver Figura 114 y Figura 115).

Los resultados de calibración muestran ajustes adecuados de los datos modelados con respecto a los datos observados, cumpliendo en su totalidad los indicadores de evaluación exigidos por la SDM, lo cual asegura que se cuenta con un modelo con todas las condiciones de calidad y que será adecuado para la evaluación de los escenarios futuros y las alternativas de diseño que se deseen evaluar. Por otro lado, el análisis a nivel de intersecciones muestra que, para la operación vehicular, los puntos seleccionados para el análisis dentro de la red modelada presentan un desempeño adecuado con NDS en su mayoría A y que solo algunos movimientos muy puntuales muestran un NDS C o E en un solo caso del pico PM.

10.2 REPRESENTACIÓN Y CALIBRACIÓN DE FLUJOS NO MOTORIZADOS

En esta sección se describe la representación digital, en software especializado de simulación, de la oferta para flujos no motorizados, que se detalló para la zona de influencia directa para la Estación de Retorno del futuro Cable Aéreo San Cristóbal. La representación de oferta de usuarios de modos no motorizados se detalló para las intersecciones que se convierten en los puntos de acceso para llegar hacia los ingresos peatonales de la estación sobre la Carrera 12 Este, así como de los sectores donde se identificaron en secciones previas de este documento es donde provendrán el mayor número de peatones, por lo que se toman como puntos de análisis las intersecciones de la Carrera 13b este con Calle 42c Sur y con Calle 43a Sur (ver Figura 116).

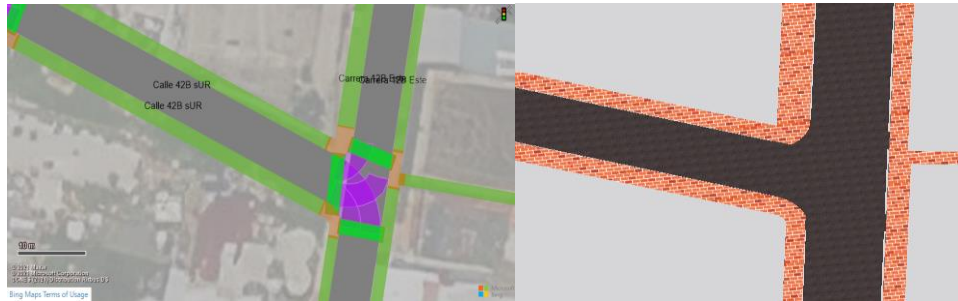
Figura 116. Representación de la oferta actual para modos no motorizados



Fuente: Elaboración propia (2022)

También se crearon links que representaron la infraestructura física de andenes con su respectivo ancho efectivo (información que fue recopilada en el inventario vial realizado en la fase de toma de información primaria) y ciclo rutas para los bici-usuarios. La Figura 116 muestra el detalle de la red construida para los modos no motorizados y la Figura 117 muestra el detalle de los andenes en las intersecciones aforadas, cabe destacar que la variabilidad en los anchos que se observa se debe a que el modelo se construyó utilizando el ancho efectivo del andén y no el ancho total, ya que este último incluye una zona de urbanismo y paisajismo que no es adecuado para la circulación de peatones. Se observa que la zona modelada para el análisis peatonal es mucho más amplia a la que se definió previamente como AID, esto se debe a que los análisis de trayectorias peatonales exigen una extensión que va mucho más allá de solo la zona aledaña a la manzana de ubicación de la estación.

Figura 117. Detalle de la representación de la oferta peatonal en intersecciones aforadas
Andenes peatonales calle 42b sur – Carrera 12b este



Andenes peatonales Calle 42c sur – Avenida Carrera 13b este



Fuente: Elaboración propia (2022)

Con el propósito de lograr una representación ajustada a las dinámicas de viajes dentro del área de influencia directa de la estación de retorno se construyó un modelo a escala urbana donde se evaluó el modelo de simulación a nivel de demoras, colas y velocidades para conocer el desempeño de la red bajo las condiciones actuales sin Proyecto.

La asignación de usuarios no motorizados se representó de forma dinámica en la zona directa, es decir las intersecciones que sirven de acceso, dado que se tienen segmentos de caminos para peatones y bici usuarios. Los viajes se realizan mediante una toma de decisiones de los peatones, tomando el camino posible más corto que pueden tener los usuarios en una intersección puntual y el ancho del área peatonal.

➤ Calibración Peatonal

Para la calibración peatonal se hizo un análisis comparativo entre los flujos peatonales por movimiento observados en las intersecciones de aforo y los flujos obtenidos del modelo de microsimulación. Las intersecciones analizadas corresponden a la Carrera 12 este con Calle 43a Sur, la Carrera 13b Este con Calle 42c Sur y la Carrera 13b Este con Calle 43a Sur. Los resultados obtenidos para el pico más cargado (PM en día típico) se muestran en la Tabla 33. Dichos resultados muestran que para cada movimiento los GEH obtenidos son menores a 5, además el GEH de toda la red fue de 1.4 siendo menor al valor de 4 exigido por la SDM y el error de precisión obtenido al comparar el flujo total modelado con respecto al flujo total observado fue de 5.6% un poco por encima del máximo recomendado por la SDM que es del 5%. Lo cual en términos generales muestra una

calibración adecuada para la configuración peatonal del modelo de microsimulación base de peatones.

Asimismo, en la Figura 118 se muestra el resultado de la asignación peatonal para el pico AM en el escenario base, la cual concuerda con los análisis previos mostrados en la sección 9, donde se identificó una gran circulación de peatones sobre el corredor de la Avenida Carrera 13b Este, la Calle 42a Sur, y sobre las Carreras 12a y 12b Este, dejando ver una vez más las bondades del proceso de calibración del escenario base. Esta asignación también permite identificar que existen unos flujos de peatones importantes sobre los andenes de los ejes viales que rodean la manzana donde se ubicará la futura estación especialmente por los tramos tipo carrera, por los tramos viales tipo calle el flujo peatonal es menor.

Tabla 33. Resultados calibración por peatones pico PM

No.	INTERSECCIÓN	ACCESO	MOV (RILSA)	VOLUMEN PEATONES OBSERVADO	VOLUMEN PEATONES MODELADO	GEH ARCO	CALIBRACIÓN VOLUMEN PEATONAL
1	E31 - KR. 12 Este X Cll. 43A Sur	Norte	21	50	53	0,5	1
2		Este	24	23	33	1,8	1
3		Sur	22	65	62	0,3	1
4		Oeste	23	48	66	2,4	1
5	E33 - KR. 13B Este X Cll 42C Sur	Norte	21	98	85	1,3	1
6		Este	24	94	89	0,6	1
7		Sur	22	59	77	2,2	1
8		Oeste	23	18	18	0,0	1
9	E34 - KR. 13B Este X Cll. 43A Sur	Norte	21	10	12	0,6	1
10		Sur	22	9	15	1,7	1
11		Oeste	23	106	104	0,2	1
TOTAL				580	614	100%	
GEH RED					1	GEH para flujos por arco individual	
1,4					2	GEH para suma sobre flujos de arco	

Fuente: Elaboración propia (2022)

Figura 118. Asignación peatonal escenario base pico PM



Fuente: Elaboración propia (2022)

Una vez se contaba con la asignación peatonal resultante, se hizo un análisis del desempeño de la infraestructura peatonal existente en la zona. Dicho desempeño se midió con base en la determinación del NDS de zonas de espera (en andenes) y NDS en andenes con base en los parámetros establecidos en el Manual de planeación y diseño para la administración del tránsito y el transporte Tomo III de la Alcaldía Mayor de Bogotá y Cal y Mayor Asociados.

Tabla 34. Criterios NDS para andenes y sederos peatonales estimados para Bogotá

Nivel de servicio	Superficie [m ² /peat]	Velocidad media [m/min]	Volumen [peat/m-min]	V/C
A	> 7.00	≥ 97.97	≤ 14	≤ 0.049
B	≥ 1.00	≥ 90.58	≤ 91	≤ 0.317
C	≥ 0.77	≥ 87.99	≤ 115	≤ 0.401
D	≥ 0.40	≥ 77.82	≤ 194	≤ 0.676
E	≥ 0.17	≥ 49.60	≤ 287	≤ 1.000
F	< 0.17	< 49.60	Variable	

Fuente: Manual de planeación y diseño para la administración del tránsito y el transporte Tomo III de la Alcaldía Mayor de Bogotá y Cal y Mayor Asociados (2022)

Los resultados de NDS obtenidos para las zonas de espera se muestran en la Figura 119.

Figura 119. NDS zonas de espera



Fuente: Elaboración propia (2022)

La figura anterior muestra como muchas de las zonas de espera se encuentran en NDS C o superiores, especialmente aquellas que se ubican en las calles y carreras alrededor de la manzana donde se ubicará la futura estación, las cuales en algunos casos presentan NDS E y F para el costado norte y C y D para el costado sur. Este resultado se debe principalmente a que en dichos sectores las zonas de espera se reducen a un área mínima que no alcanza los dos metros cuadrados y en algunos casos ni existe dicha zona y los peatones deben bajarse a la vía para poder esperar y cruzar. Sobre el corredor de la Avenida Carrera 13b Este los NDS son mucho mejores debido al espacio amplio de espera que existe en algunos cruces, sin que esto signifique que dichos espacios tengan las condiciones adecuadas para convertirse en zonas de espera, sin embargo, en cuanto a área si ofrecen espacios generosos que permiten una espera segura (pero no cómoda en algunos casos) a los peatones. Cabe aclarar que para la definición del NDS de las zonas de espera se utilizó la Tabla 1.4 del Manual de planeación y diseño para la administración del tránsito y el transporte Tomo III de la Alcaldía Mayor de Bogotá y Cal y Mayor Asociados.

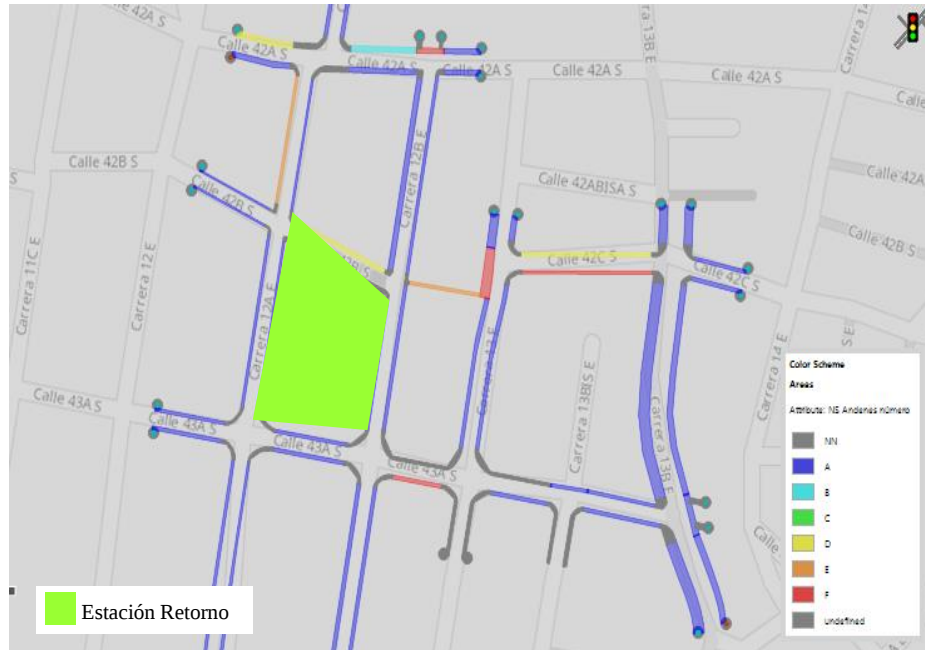
Tabla 35. Criterios NDS para zonas de espera peatonal estimados para Bogotá

Tabla 1.14 Criterios de nivel de servicio para zonas de espera Fuente: Manual de capacidad de carreteras (HCM-2000)	NS	Espacio (m ² /peat)
	A	> 1.2
	B	> 0.9 - 1.2
	C	> 0.6 - 0.9
	D	> 0.3 - 0.6
	E	> 0.2 - 0.3
	F	= 0.2

Fuente: Manual de planeación y diseño para la administración del tránsito y el transporte Tomo III de la Alcaldía Mayor de Bogotá y Cal y Mayor Asociados (2022)

Finalmente, la evaluación y el NDS resultante para los andenes se muestra en la Figura 120. A diferencia de las zonas de espera, los andenes de la zona presentan un NDS A, solo en algunos sectores del Calle 42b Sur y Calle 42 C sur, presentan NDS críticos. Esto se debe en parte que a pesar que la infraestructura peatonal es deficiente, ya que no presenta continuidad y en algunos casos no existe, el flujo peatonal en la actualidad es bajo y las condiciones de anchos efectivos de andenes existentes es suficiente para soportar dichos flujos, situación que cambiará cuando ya ingresen los peatones atraídos por la estación.

Figura 120. NDS resultante para andenes escenario base



Fuente: Elaboración propia (2022)

En la siguiente tabla, se presentan los anchos efectivos, utilizados para la estimación de los niveles de servicio de los andenes de la Estación de Altamira, en la situación actual, sin proyecto.

Tabla 36. Anchos efectivos andenes de la Estación de Altamira

SECTOR	NOMENCLATURA	LOCALIZACIÓN	ANCHO TOTAL (m)	ANCHO EFECTIVO (m)
COSTADO NORTE	CALLE 42B SUR	ANDÉN ESTACIÓN	4,8	1,0
		ANDÉN OPUESTO	3,1	1,5
COSTADO SUR	CALLE 43A SUR	ANDÉN ESTACIÓN	2,3	0,9
		ANDÉN OPUESTO	2,1	1,0
COSTADO ESTE	CARRERA 12B ESTE	ANDÉN ESTACIÓN	2,3	1,1
		ANDÉN OPUESTO	3,1	1,6
COSTADO OESTE	CARRERA 12A ESTE	ANDÉN ESTACIÓN	1,4	1,0
		ANDÉN OPUESTO	2,5	1,2

Fuente: Elaboración propia (2022)

➤ *Conclusión acerca de la representación actual sin proyecto*

El proceso de construcción de la malla vehicular y la infraestructura peatonal utilizada para elaborar y calibrar el modelo de microsimulación se estructuró con base en el inventario de infraestructura realizado por el equipo consultor. Es así como se tuvieron en cuenta sentidos viales, ancho y número de carriles, ancho efectivo de andenes, áreas efectivas de zonas de espera peatonal en intersecciones, ubicación y ancho de pasos peatonales tipo cebra, trazados de rutas de transporte público junto con la localización de paraderos. La red vehicular evaluada y calibrada correspondió a la malla vial que estaba dentro del AII y la red peatonal modelada y calibrada corresponde a la infraestructura peatonal ubicada dentro del AID.

El proceso de calibración del modelo de microsimulación para el escenario base se hizo para tres picos horarios de análisis, pico AM y PM de un día típico y el pico de un día de fin de semana. También el chequeo de la calibración del modelo se tuvo en cuenta los requerimientos hechos para este tipo de análisis por la Secretaría Distrital de Movilidad en la *GUÍA PARA LA GENERACIÓN Y REVISIÓN DE MODELOS (Código: PE04-PR03-IN01)*. Es así como para los modos motorizados la calibración se hizo por tipología vehicular donde se obtuvo que para los vehículos livianos y los camiones el 100% de los datos presentados tienen un valor de GEH menor a 5, y para motos, transporte público y bicicletas alrededor del 94% de los datos presentados tienen un valor de GEH menor a 5. También se chequearon aquellos volúmenes vehiculares observados que eran menores a 700 vehículos/hora y que, al compararlos con los volúmenes modelados, estos nunca eran superiores en más de 100 vehículos/hora en ninguna de las tipologías vehiculares, tal como lo exige la guía de la SDM. También se hizo una calibración por velocidades y longitudes de colas, obteniéndose resultados satisfactorios al comparar los datos tomados en el inventario realizado versus los datos obtenidos en la modelación.

Para la calibración peatonal se hizo un análisis comparativo entre los flujos peatonales observados en las intersecciones de aforo y los flujos obtenidos del modelo de microsimulación. Las intersecciones analizadas corresponden a la Carrera 12 este con Calle 43a Sur, la Carrera 13b Este con Calle 42c Sur y la Carrera 13b Este con Calle 43a Sur. Los resultados obtenidos para el pico más cargado (PM en día típico) se muestran en la Tabla 33. Dichos resultados muestran que para cada movimiento los GEH obtenidos son menores a 5, además el GEH de toda la red fue de 1.4 siendo menor al valor de 4 exigido por la SDM y el error de precisión obtenido al comparar el flujo total modelado con respecto al flujo total modelado fue de 5.6% un poco por encima del máximo recomendado por la SDM que es del 5%. Lo cual en términos generales muestra una calibración adecuada para la configuración peatonal del modelo de microsimulación base de peatones.

Una vez calibrado el modelo tanto a nivel vehicular como peatonal se realizaron los análisis respectivos. Para los flujos motorizados se hizo un análisis del desempeño de las intersecciones vehiculares a partir de la obtención del nivel de servicio (NDS), es así como para el periodo pico PM, se obtuvieron intersecciones con NDS C, entre las que se encuentran la Carrera 13b Este con Calle 43a Sur y la Carrera 12 Este con Calle 44b Sur, lo cual es un indicio que una vez se carguen los flujos futuros del proyecto dichos NDS empeoraran y el desempeño de los diferentes modos puede verse comprometido de manera negativa si no se realizan ningún tipo de estrategia o medida para mitigar el probable deterioro en el NDS. Los periodos pico AM y FS presentaron en su mayoría intersecciones con NDS A.

Para la infraestructura peatonal modelada también se hizo una evaluación del NDS para las zonas de

	<i>ACTUALIZACIÓN, AJUSTES Y COMPLEMENTACIÓN DE LA FACTIBILIDAD Y LOS ESTUDIOS Y DISEÑOS DEL CABLE AÉREO EN SAN CRISTÓBAL, EN BOGOTÁ D.C.</i>	
---	--	---

espera en las intersecciones de análisis, con base en los parámetros establecidos en el Manual de planeación y diseño para la administración del tránsito y el transporte Tomo III de la Alcaldía Mayor de Bogotá y Cal y Mayor Asociados. Con base en las estimaciones de las demoras peatonales y las áreas de las zonas de espera peatonal en intersecciones se estimó el NDS para cada zona de acumulación obteniéndose resultados que dejan ver una operación adecuada en estas zonas para las condiciones actuales de volúmenes peatonales. Estos resultados son consistentes y respaldan los análisis y conclusiones que fueron generadas a partir de los análisis hechos con base en la información secundaria y primaria recopilada en esta consultoría y muestran una infraestructura peatonal que en la actualidad presenta en algunos sectores condiciones deficientes de continuidad y confort , sin embargo, debido a que los flujos peatonales que circulan por la zona son bajos, el ancho efectivo existente es capaz de soportar dichos volúmenes, generando NDS A en su mayoría, una vez se cargue en el modelo el flujo del proyecto dichos cambiarán y por lo tanto puede verse deteriorada la operación en la zona, de allí la importancia de hacer análisis preliminares de los resultados obtenidos y comprender como las medidas de mitigación que se planteen pueden ir apareciendo de forma gradual según las exigencias de volúmenes peatonales así lo planteen.

11 REPRESENTACIÓN DE LA SITUACIÓN FUTURA CON PROYECTO

Una vez se obtuvo la calibración y representación de la microsimulación de la situación actual del tránsito en la zona de análisis para la Estación de Retorno, se procedió a recrear cómo será el comportamiento en la zona por la implantación y puesta en operación de dicha estación, con proyección al año 2045, identificando, a través de indicadores operacionales, el rendimiento de la infraestructura y el impacto que podrá generar sobre ésta la implementación del Proyecto.

De acuerdo con lo anterior, se debe tener en cuenta que los efectos en la movilidad de una región serán afectados por cambios en políticas públicas, inserción de infraestructura nueva, cambios sociales, eventos coyunturales inesperados (por ejemplo la pandemia COVID-19), entre otros; no obstante, el tráfico es cambiante debido a variables intrínsecas como el crecimiento de la población y del parque automotor, interacción con otros modos de transporte, condiciones de oferta y capacidad de las vías, y demás, que afectan el comportamiento de la movilidad en el tiempo y son ajenas o acompañan efectos producto de otras condiciones. Con la finalidad de poder cuantificar este efecto, de manera independiente del que pueda atribuirse únicamente a la puesta en marcha del proyecto, se partió de la evaluación de un escenario sin proyecto tomando como año base el 2025, pero con un crecimiento del tráfico a 20 años y posteriormente se incorporó el proyecto en el tiempo.

Los análisis presentados se basan principalmente en la estimación de los impactos que se generará sobre la zona de influencia directa por la combinación de los flujos peatonales presentes en la zona (actuales y proyectados con una tasa anual normal de crecimiento), a los que se le adicionarán aquellos nuevos usuarios que serán atraídos por el sistema cable a la estación. Los impactos analizados se centran principalmente en el efecto que tendrá en los NDS el flujo adicional de peatones que circulará por la zona y se estimaron en andenes, zonas de espera y acumulación peatonal en intersecciones y en pasos peatonales sobre vía vehicular como son las cebras. Los impactos también se analizaron sobre la oferta vial e intersecciones existentes.

En primer lugar, fue necesario hacer una estimación del crecimiento normal que tendría el flujo motorizado y no motorizado en la zona de análisis ya que independiente de si hay o no hay proyecto dicho comportamiento se dará en la zona por las dinámicas propias de la población que vive en estos sectores y el crecimiento vegetativo propio del parque automotor de una ciudad.

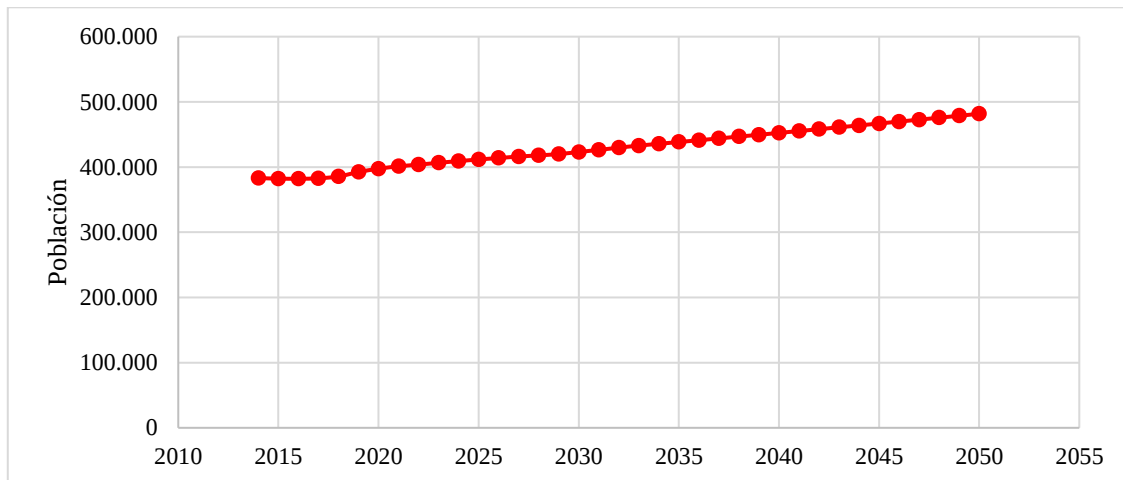
Por lo tanto, para estimar el crecimiento normal de los vehículos (livianos, camiones, buses, motos, bicicletas) y peatones en la zona de influencia de la estación se utilizó información de la Alcaldía Mayor de Bogotá, la Secretaría Distrital de Planeación y el DANE presentada en el Visor de Población⁷. Dicha información (ver Figura 121) muestra que para la localidad de San Cristóbal se prevé una tasa de crecimiento promedio anual de población del 0.64%.

Por otro lado, también se revisó información del crecimiento normal de los viajes en la zona por modo y se generaron unos modelos de regresión que permitieron sustentar de manera adecuada (parámetros estadísticos de ajuste adecuados) con base en variables como el PIB el crecimiento de cada modo.

⁷ Visor de Población, Secretaría Distrital de Planeación:
<https://sdpbogota.maps.arcgis.com/apps/MapSeries/index.html?appid=baabe888c3ab42c6bb3d10d4eaa993c5>

Para determinar dichos modelos se revisaron los viajes por modo en cada una de las encuestas de movilidad de Bogotá existentes (2005, 2011, 2015, 2019) para cada una de las ZAT que se encontraban en la zona de influencia de las estaciones. Estos datos se constituyen en un elemento importante, de fuente secundaria, para analizar las variaciones en la demanda esperadas para los próximos años. Los resultados de los viajes totales por modo de todas las ZAT que hacen parte de la zona de análisis y las tasas anuales obtenidas entre cada periodo de encuestas se muestran en la Tabla 37.

Figura 121. Proyecciones población Localidad San Cristóbal



Fuente: Secretaría Distrital de Planeación (2022)

Para generar la base de datos de viajes históricos por tipo de vehículo que se presenta en la Tabla 38, en primer lugar, se identificaron las zonas (ZAT) donde se generarán y atraerán los viajes que llegarán a cada una de las estaciones del CSC, dicha identificación utilizó las zonas que fueron previamente identificadas durante la FASE 1 y 2 de esta consultoría, donde se hicieron las estimaciones de demanda potencial y captadas. Una vez identificadas esas ZAT se revisó información de las últimas 4 encuestas origen-destino de Bogotá (2005, 2011, 2015 y 2019) y se obtuvieron los viajes por modo que se generan y atraen en dichas ZAT. Con dicha información se estimaron tasas anuales de crecimiento por modo (ver Tabla 37) en el periodo comprendido por las 4 encuestas y así se pudo obtener el número de viajes por modo y por año en la zona de influencia del proyecto.

Tabla 37. Viajes por ZAT para diferentes matrices OD

MODOS		2005	2011	2015	2019
Transporte Público	Total Viajes	10,428	11,018	11,676	12,282
	Tasa anual de crecimiento entre encuestas	**	0.92%	1.46%	1.27%
Livianos	Total Viajes	7,589	8,578	9,792	11,502
	Tasa anual de crecimiento entre encuestas	**	2.06%	3.36%	4.11%
Motos	Total Viajes	1,425	2,250	3,728	8,013
	Tasa anual de crecimiento entre encuestas	**	7.91%	13.45%	21.08%
Bicicletas	Total Viajes	1,496	1,638	1,750	1,973
	Tasa anual de crecimiento entre encuestas	**	1.52%	1.67%	3.04%

	ACTUALIZACIÓN, AJUSTES Y COMPLEMENTACIÓN DE LA FACTIBILIDAD Y LOS ESTUDIOS Y DISEÑOS DEL CABLE AÉREO EN SAN CRISTÓBAL, EN BOGOTÁ D.C.	
---	--	---

MODO		2005	2011	2015	2019
A pie	Total Viajes	48,423	60,456	71,764	92,957
	Tasa anual de crecimiento entre encuestas	**	3.77%	4.38%	6.68%

Fuente: Elaboración propia a partir de daros EODH de Bogotá (2022)

Una vez identificado los factores de crecimiento normal por modo se generó la base de datos que se utilizó para la generación de los modelos de regresión, para lo cual se utilizó el PIB nacional en precios constantes base 2015. También se hicieron análisis con otras variables explicativas como lo fueron la población de la localidad, la población total de Bogotá, el parque automotor, pero no se obtuvieron resultados estadísticamente significativos. Otra aclaración es que para los camiones se utilizó datos del parque automotor histórico de Bogotá para esta tipología vehicular, ya que en las encuestas no se podía diferenciar por viajes hechos en este tipo de vehículo. La base de datos usada para generar los modelos de regresión se muestra a continuación:

Tabla 38. Base de datos utilizada para modelos de regresión

Año	Viajes Auto	Viajes Moto	Número Camiones	Viajes Bicicleta	Viajes TP	Viajes a pie	Población Localidad San Cristóbal	PIB (Miles de Millones)
2005	7,589	1,425		1,496	10,428	48,243	400,187	514,853
2006	7,746	1,538		1,519	10,524	50,062	395,800	549,435
2007	7,905	1,659	40,474	1,542	10,621	51,949	392,400	586,457
2008	8,068	1,791	42,409	1,565	10,718	53,908	389,900	605,713
2009	8,235	1,932	44,376	1,589	10,817	55,940	388,200	612,616
2010	8,405	2,085	46,112	1,613	10,917	58,049	38,700	640,151
2011	8,578	2,250	47,971	1,638	11,018	60,237	386,100	684,628
2012	8,867	2,553	49,646	1,665	11,179	62,876	385,100	711,415
2013	9,165	2,896	53,802	1,693	11,342	65,630	384,200	747,939
2014	9,473	3,286	56,051	1,721	11,508	68,504	383,150	781,589
2015	9,792	3,728	56,679	1,750	11,676	71,505	382,200	804,692
2016	10,194	4,514	57,158	1,803	11,824	76,281	382,750	820,485
2017	10,612	5,466	57,574	1,858	11,974	81,377	385,500	835,165
2018	11,048	6,618	58,772	1,915	12,127	86,813	392,300	858,018
2019	11,502	7,013	60,707	1,973	12,282	92,612	397,400	885,293

Fuente: Elaboración propia a partir de daros EODH de Bogotá (2022)

Por lo tanto, a partir de las series históricas de viajes por tipología vehicular y PIB se conformaron múltiples modelos **para estimar el crecimiento normal de los viajes**, estos modelos se evaluaron bajo los siguientes criterios para seleccionar el que cuente con mejor ajuste de bondad:

- Más alto nivel de correlación (R).
- Más alto coeficiente de determinación (R²) y de determinación ajustado.
- Nivel de significancia estadística igual o mayor al 95% para el análisis de varianza.
- Nivel de significancia estadística igual o mayor al 95% para la selección de los coeficientes de regresión.

- Congruencia entre el signo de cada coeficiente de regresión y la variable dependiente

Con base en la evaluación de la correlación entre las variables analizadas anteriormente, se seleccionaron los siguientes modelos econométricos definitivos por tipología vehicular para realizar el pronóstico en los escenarios de proyección futura.

➤ Modelo vehículos livianos

Tabla 39. Resumen modelo vehículos livianos

<i>Estadísticas de la regresión</i>	
Coeficiente de correlación múltiple	0.96855657
Coeficiente de determinación R ²	0.93810182
R ² ajustado	0.93334042
Error típico	322.242077
Observaciones	15

Fuente: Elaboración propia (2022)

En la siguiente tabla se presenta el análisis de varianza del modelo.

Tabla 40. Análisis de varianza modelo vehículos livianos

	<i>Grados de libertad</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Valor crítico de F</i>
Regresión	1	20458791	20458791	197.022339	3.1226E-09
Residuos	13	1349919.43	103839.956		
Total	14	21808710.5			

Fuente: Elaboración propia (2022)

Los coeficientes del modelo y su respectivo análisis se presentan en la siguiente tabla.

Tabla 41. Coeficientes del modelo vehículos livianos

	<i>Coeficientes</i>	<i>Error típico</i>	<i>Estadístico t</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Inferior 95%</i>	<i>Superior 95%</i>	<i>Inferior 95.0%</i>	<i>Superior 95.0%</i>
Intercepción	1991.11807	516.458583	3.85452026	0.0019904	874.959139	3106.44101	874.959139	3106.44101
Variable X 1	0.01008779	0.00071868	14.0364646	3.1226E-09	0.00853516	0.01164041	0.00853516	0.01164041

Fuente: Elaboración propia (2022)

La ecuación resultante es:

$$Viajes_{Livianos} = 1991,118 + 0.01008779 * PIB$$

Este modelo presenta un coeficiente de correlación de 0.97 (muy cercano a 1), el cual indica que la relación lineal de la variable explica el comportamiento del número de viajes en vehículos livianos en la localidad. Además, se encuentra un coeficiente de determinación ajustado cercano a uno (0.93) indicando que la variación de la variable dependiente es explicada por la variable independiente. Además, el nivel de significancia estadística (debe ser mayor al 95% de confianza) de cada una de los coeficientes de regresión es la adecuada (valor de la “probabilidad” inferior a 5%), también se

encuentra que los signos de los coeficientes PIB son coherentes, se espera que el crecimiento en el PIB genere un aumento en el número de viajes en vehículos livianos. Dada la coherencia en los signos del modelo, este puede establecerse como apropiado para explicar el comportamiento de los viajes en vehículos livianos.

➤ Modelo transporte público

Tabla 42. Resumen modelo transporte público

<i>Estadísticas de la regresión</i>	
Coeficiente de correlación múltiple	0.988320471
Coeficiente de determinación R ²	0.976777353
R ² ajustado	0.974990995
Error típico	96.19704603
Observaciones	15

Fuente: Elaboración propia (2022)

En la siguiente tabla se presenta el análisis de varianza del modelo.

Tabla 43. Análisis de varianza modelo transporte público

	<i>Grados de libertad</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Valor crítico de F</i>
Regresión	1	5060001.937	5060001.937	546.7983695	5.24164E-12
Residuos	13	120300.3316	9253.871664		
Total	14	5180302.269			

Fuente: Elaboración propia (2022)

Los coeficientes del modelo y su respectivo análisis se presentan en la siguiente tabla.

Tabla 44. Coeficientes del modelo transporte público

	<i>Coeficientes</i>	<i>Error típico</i>	<i>Estadístico t</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Inferior 95%</i>	<i>Superior 95%</i>	<i>Inferior 95.0%</i>	<i>Superior 95.0%</i>
Intercepción	7705.545806	154.175366	49.97909852	3.0153E-16	7372.470177	8038.621434	7372.470177	8038.621434
Variable X 1	0.005016852	0.000214545	23.38372018	5.24164E-12	0.004553357	0.005480348	0.004553357	0.005480348

Fuente: Elaboración propia (2022)

La ecuación resultante es:

$$Viajes_{TP} = 7705.546 + 0.00502 * PIB$$

Este modelo presenta un coeficiente de correlación de 0.99 (muy cercano a 1), el cual indica que la relación lineal de la variable explica el comportamiento del número de viajes en transporte público en la localidad. Además, se encuentra un coeficiente de determinación ajustado cercano a uno (0.98) indicando que la variación de la variable dependiente es explicada por la variable independiente. Además, el nivel de significancia estadística (debe ser mayor al 95% de confianza) de cada una de los coeficientes de regresión es la adecuada (valor de la “probabilidad” inferior a 5%), también se

encuentra que los signos de los coeficientes PIB son coherentes, se espera que el crecimiento en el PIB genere un aumento en el número de viajes en transporte público. Dada la coherencia en los signos del modelo, este puede establecerse como apropiado para explicar el comportamiento de los viajes en transporte público.

➤ Modelo bicicletas

Tabla 45. Resumen modelo bicicletas

<i>Estadísticas de la regresión</i>	
Coeficiente de correlación múltiple	0.96725107
Coeficiente de determinación R ²	0.935574633
R ² ajustado	0.930618835
Error típico	38.55952113
Observaciones	15

Fuente: Elaboración propia (2022)

En la siguiente tabla se presenta el análisis de varianza del modelo.

Tabla 46. Análisis de varianza modelo bicicletas

	<i>Grados de libertad</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Valor crítico de F</i>
Regresión	1	280690.7812	280690.7812	188.7838705	4.05491E-09
Residuos	13	19328.87671	1486.83667		
Total	14	300019.6579			

Fuente: Elaboración propia (2022)

Los coeficientes del modelo y su respectivo análisis se presentan en la siguiente tabla.

Tabla 47. Coeficientes del modelo bicicletas

	<i>Coeficientes</i>	<i>Error típico</i>	<i>Estadístico t</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Inferior 95%</i>	<i>Superior 95%</i>	<i>Inferior 95.0%</i>	<i>Superior 95.0%</i>
Intercepción	851.2615026	61.79948894	13.77702012	3.92328E-09	717.9031237	984.9224814	717.9031237	984.9224814
Variable X 1	0.001181599	8.59978E-05	13.73986428	4.05491E-09	0.000995812	0.001367386	0.000995812	0.001367386

Fuente: Elaboración propia (2022)

La ecuación resultante es:

$$Viajes_{bici} = 851.2615 + 0.0011816 * PIB$$

Este modelo presenta un coeficiente de correlación de 0.97 (muy cercano a 1), el cual indica que la relación lineal de la variable explica el comportamiento del número de viajes en bicicleta en la localidad. Además, se encuentra un coeficiente de determinación ajustado cercano a uno (0.94) indicando que la variación de la variable dependiente es explicada por la variable independiente. Además, el nivel de significancia estadística (debe ser mayor al 95% de confianza) de cada una de los coeficientes de regresión es la adecuada (valor de la “probabilidad” inferior a 5%), también se

encuentra que los signos de los coeficientes PIB son coherentes, se espera que el crecimiento en el PIB genere un aumento en el número de viajes en bicicleta. Dada la coherencia en los signos del modelo, este puede establecerse como apropiado para explicar el comportamiento de los viajes en bicicleta.

➤ Modelo camiones

Para el modelo camiones fue necesario hacer un ajuste inicial de los datos y la regresión se llevó a cabo después de aplicar la función logaritmo a los datos, esta estrategia permitió encontrar un modelo adecuado de ajuste para el pronóstico de los camiones en la localidad.

Tabla 48. Resumen modelo camiones

<i>Estadísticas de la regresión</i>	
Coeficiente de correlación múltiple	0.991404523
Coeficiente de determinación R ²	0.982882929
R ² ajustado	0.981326832
Error típico	0.018597014
Observaciones	13

Fuente: Elaboración propia (2022)

En la siguiente tabla se presenta el análisis de varianza del modelo.

Tabla 49. Análisis de varianza modelo camiones

	<i>Grados de libertad</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Valor crítico de F</i>
Regresión	1	0.218449695	0.218449695	631.6333094	4.55426E-11
Residuos	13	0.003804338	0.000345849		
Total	14	0.222254033			

Fuente: Elaboración propia (2022)

Los coeficientes del modelo y su respectivo análisis se presentan en la siguiente tabla.

Tabla 50. Coeficientes del modelo camiones

	<i>Coeficientes</i>	<i>Error típico</i>	<i>Estadístico t</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Inferior 95%</i>	<i>Superior 95%</i>	<i>Inferior 95.0%</i>	<i>Superior 95.0%</i>
Intercepción	-1.89443494	0.50689242	-3.73735113	0.00328125	-3.01009763	-0.77877226	-3.01009763	-0.77877226
Variable X 1	0.94358703	0.03754477	25.132316	4.5543E-11	0.86095155	1.02622251	0.86095155	1.02622251

Fuente: Elaboración propia (2022)

La ecuación resultante es:

$$\text{Número de camiones} = \text{Exp}(0.94358 * \text{LN}(\text{PIB}) - 1.894435)$$

Este modelo presenta un coeficiente de correlación de 0.99 (muy cercano a 1), el cual indica que la relación lineal de la variable explica el comportamiento del número de camiones en la localidad.

Además, se encuentra un coeficiente de determinación ajustado cercano a uno (0.98) indicando que la variación de la variable dependiente es explicada por la variable independiente. Además, el nivel de significancia estadística (debe ser mayor al 95% de confianza) de cada una de los coeficientes de regresión es la adecuada (valor de la “probabilidad” inferior a 5%), también se encuentra que los signos de los coeficientes PIB son coherentes, se espera que el crecimiento en el PIB genere un aumento en el número de camiones. Dada la coherencia en los signos del modelo, este puede establecerse como apropiado para explicar el comportamiento del número de camiones.

➤ Modelo motos

Al igual que para el modelo camiones, para el modelo de motos fue necesario hacer un ajuste inicial de los datos y la regresión se llevó a cabo después de aplicar la función logaritmo a los datos, esta estrategia permitió encontrar un modelo adecuado de ajuste para el pronóstico de los camiones en la localidad.

Tabla 51. Resumen modelo motos

<i>Estadísticas de la regresión</i>	
Coeficiente de correlación múltiple	0.952443661
Coeficiente de determinación R ²	0.907148927
R ² ajustado	0.900006537
Error típico	0.173051533
Observaciones	15

Fuente: Elaboración propia (2022)

En la siguiente tabla se presenta el análisis de varianza del modelo.

Tabla 52. Análisis de varianza modelo motos

	<i>Grados de libertad</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Valor crítico de F</i>
Regresión	1	3.803521915	3.803521915	127.0091527	4.42058E-08
Residuos	13	0.389308832	0.029946833		
Total	14	4.192830747			

Fuente: Elaboración propia (2022)

Los coeficientes del modelo y su respectivo análisis se presentan en la siguiente tabla.

Tabla 53. Coeficientes del modelo motos

	<i>Coeficientes</i>	<i>Error típico</i>	<i>Estadístico t</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Inferior 95%</i>	<i>Superior 95%</i>	<i>Inferior 95.0%</i>	<i>Superior 95.0%</i>
Intercepción	-32.50599501	3.590786348	-9.05261184	5.63672E-07	-40.26341729	-24.74857273	-40.26341729	-24.74857273
Variable X 1	3.0076224435	0.266790487	11.26983375	4.42058E-08	2.430318629	3.583050241	2.430318629	3.583050241

Fuente: Elaboración propia (2022)

La ecuación resultante es:

$$Viajes_{moto} = Exp(3.007622 * LN(PIB) - 32.50599)$$

Este modelo presenta un coeficiente de correlación de 0.95 (muy cercano a 1), el cual indica que la relación lineal de la variable explica el comportamiento del número de viajes en moto en la localidad. Además, se encuentra un coeficiente de determinación ajustado cercano a uno (0.91) indicando que la variación de la variable dependiente es explicada por la variable independiente. Además, el nivel de significancia estadística (debe ser mayor al 95% de confianza) de cada una de los coeficientes de regresión es la adecuada (valor de la “probabilidad” inferior a 5%), también se encuentra que los signos de los coeficientes PIB son coherentes, se espera que el crecimiento en el PIB genere un aumento en el número de viajes en moto. Dada la coherencia en los signos del modelo, este puede establecerse como apropiado para explicar el comportamiento del número de viajes en moto.

➤ Modelo viajes A pie

Tabla 54. Resumen modelo viajes A pie

<i>Estadísticas de la regresión</i>	
Coeficiente de correlación múltiple	0.963348709
Coeficiente de determinación R ²	0.928040736
R ² ajustado	0.922505408
Error típico	3821.422189
Observaciones	15

Fuente: Elaboración propia (2022)

En la siguiente tabla se presenta el análisis de varianza del modelo.

Tabla 55. Análisis de varianza modelo viajes A pie

	<i>Grados de libertad</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Valor crítico de F</i>
Regresión	1	2448351230	2448351230	167.6577671	8.34996E-09
Residuos	13	189842478.1	14603267.55		
Total	14	2638193708			

Fuente: Elaboración propia (2022)

Los coeficientes del modelo y su respectivo análisis se presentan en la siguiente tabla.

Tabla 56. Coeficientes del modelo viajes A pie

	<i>Coeficientes</i>	<i>Error típico</i>	<i>Estadístico t</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Inferior 95%</i>	<i>Superior 95%</i>	<i>Inferior 95.0%</i>	<i>Superior 95.0%</i>
Intercepción	-12668.2823	6124.60766	-2.06842349	0.04929789	-25899.6928	563.128074	-25899.6928	563.128074
Variable X 1	0.113552	0.00852277	12.9482727	8.35E-09	0.09194287	0.12876754	0.09194287	0.12876754

Fuente: Elaboración propia (2022)

La ecuación resultante es:

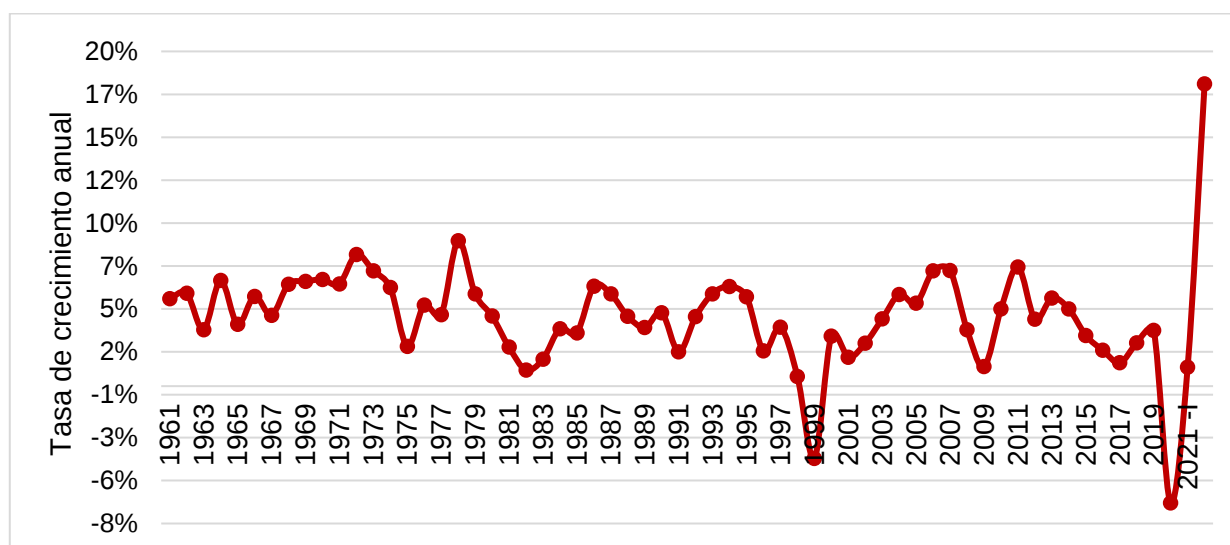
$$Viajes_{A\ pie} = -12668.2823 + 0.1136 * PIB$$

Este modelo presenta un coeficiente de correlación de 0.96 (muy cercano a 1), el cual indica que la

relación lineal de la variable explica el comportamiento del número de viajes a pie en la localidad. Además, se encuentra un coeficiente de determinación ajustado cercano a uno (0.93) indicando que la variación de la variable dependiente es explicada por la variable independiente. Además, el nivel de significancia estadística (debe ser mayor al 95% de confianza) de cada una de los coeficientes de regresión es la adecuada (valor de la “probabilidad” inferior a 5%), también se encuentra que los signos de los coeficientes PIB son coherentes, se espera que el crecimiento en el PIB genere un aumento en el número de viajes a pie. Dada la coherencia en los signos del modelo, este puede establecerse como apropiado para explicar el comportamiento de los viajes a pie.

Finalmente, para realizar los pronósticos de los viajes por modo era necesario contar con tasas de proyección de la variable explicativa (PIB Nacional). Por lo tanto, se revisaron las series históricas del PIB que están basadas en la información histórica publicada por el Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE), a través de los resultados de los Censos Económicos del Sistema de Cuentas Nacionales, así como a las Estadísticas Económicas del Departamento Nacional de Planeación, Banco de la República, Bancolombia, Ministerio de Hacienda y la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos OCDE. En la Figura 122 se muestra como ha sido la evolución histórica de la tasa anual de crecimiento del PIB para Colombia. En dicha gráfica se observa como en el año más crítico ha sido el año 2020 donde se tuvo una tasa negativa de 6.8% producto de la pandemia de la COVID-19 que afectó la economía a nivel mundial.

Figura 122. Tasa histórica de crecimiento PIB nacional



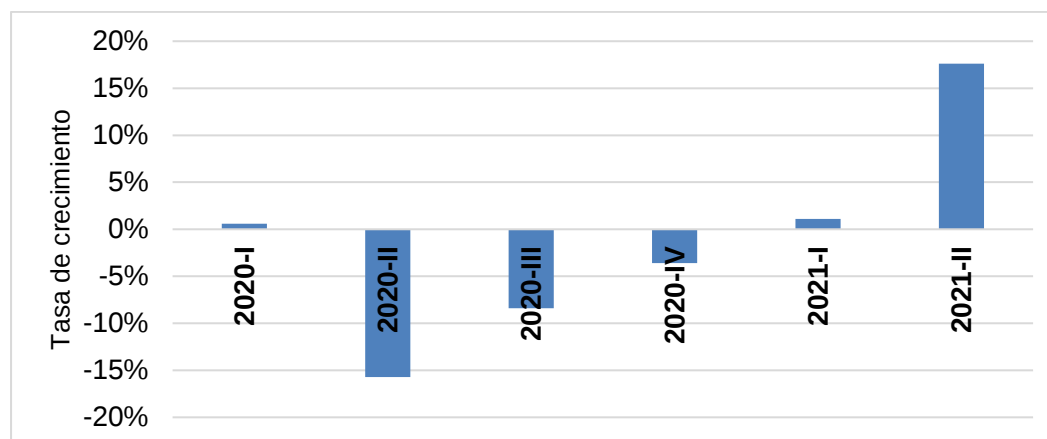
Fuente: Elaboración propia a partir de información DANE (2022)

Al revisar en más detalle cómo ha sido la evolución de la tasa de crecimiento trimestral del PIB teniendo en cuenta lo atípico que ha sido el 2020 y la recuperación gradual de la economía gradual que se ha venido presentado en el 2021 se observa un repunte del PIB para el segundo trimestre del 2021 alcanzando una tasa del 17.6%⁸, en la Figura 123 se muestra la evolución por trimestre para 2020

⁸ PIB Principales resultados – DANE agosto de 2021, recuperado de https://www.dane.gov.co/files/investigaciones/boletines/pib/presen_rueda_de_prensa_PIB_Iltim21.pdf

y lo que va del 2021.

Figura 123. Evolución trimestral de la tasa de crecimiento del PIB para 2020 y 2021



Fuente: Elaboración propia a partir de información DANE (2022)

Asimismo, el Banco de la República plantea una proyección de crecimiento del PIB para Colombia para el 2021 en 6.5%⁹, la mejor dinámica observada de la actividad económica frente a lo proyectado, el incremento en los precios del petróleo y otros productos de exportación, junto con el aumento esperado del gasto público en el presente año, explican un alza en el pronóstico de crecimiento económico para 2021. Esta cifra de crecimiento para el 2021 es menor con respecto al pronóstico hecho para Colombia por el Fondo Monetario Internacional quien proyecta que la economía de Colombia crezca 5,1 % en 2021. El Ministerio de Hacienda en su más reciente Marco Fiscal de Hacienda 2020¹⁰ establece las proyecciones del PIB para Colombia (ver Figura 124), dicha información fue utilizada como referencia para la estimación del pronóstico del PIB para la generación de los modelos econométricos empleados en este trabajo.

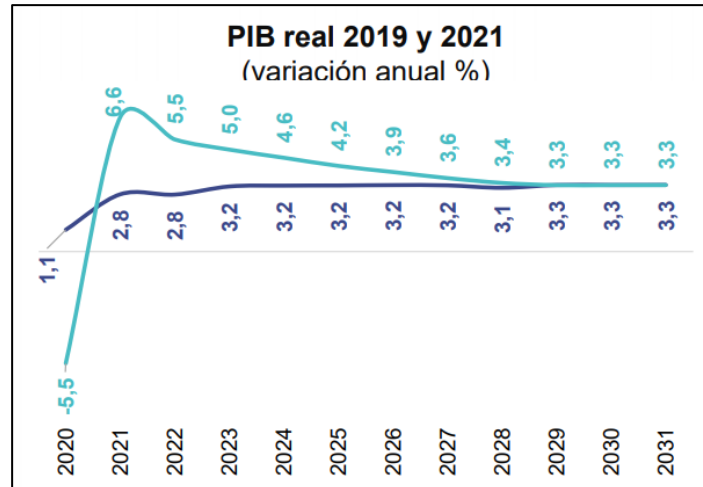
Por otro lado, la OCDE pronóstica para Colombia un crecimiento del PIB para 2021 del 7.6%¹¹ y un 3.5% para el 2022 impulsado por el consumo privado y la inversión. Además, cabe aclarar que la OCDE es de los pocos organismos internacionales que presenta proyecciones del crecimiento del PIB nacional a un periodo amplio de más de 5 años. En resumen, en la Figura 125, se muestran las proyecciones de crecimiento del PIB que se utilizaron los pronósticos de los viajes por modo.

⁹ Informe de Política Monetaria, Banco de la República, junio de 2021.

¹⁰ Marco Fiscal de Mediano Plazo 2020, Ministerio de Hacienda y Crédito Público, junio de 2020.

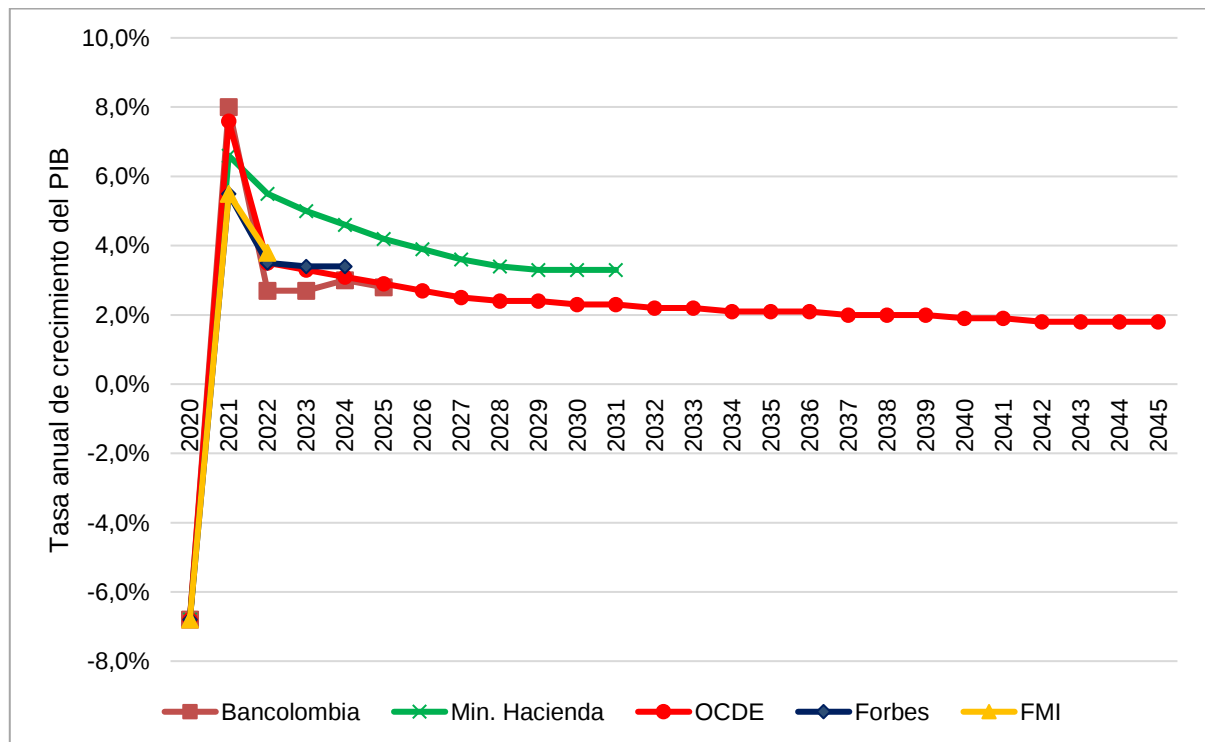
¹¹ <https://www.oecd.org/economy/panorama-economico-colombia/>

Figura 124. Variación proyectada del PIB Nacional Ministerio de Hacienda



Fuente: Ministerio de Hacienda (2022)

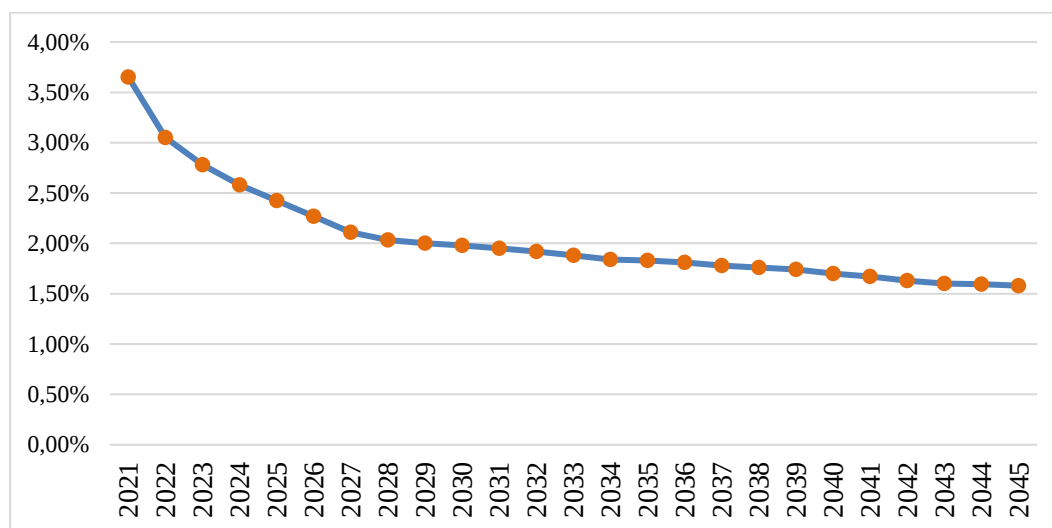
Figura 125. Pronóstico tasa de crecimiento PIB a partir de diferentes fuentes



Fuente: Elaboración propia (2022)

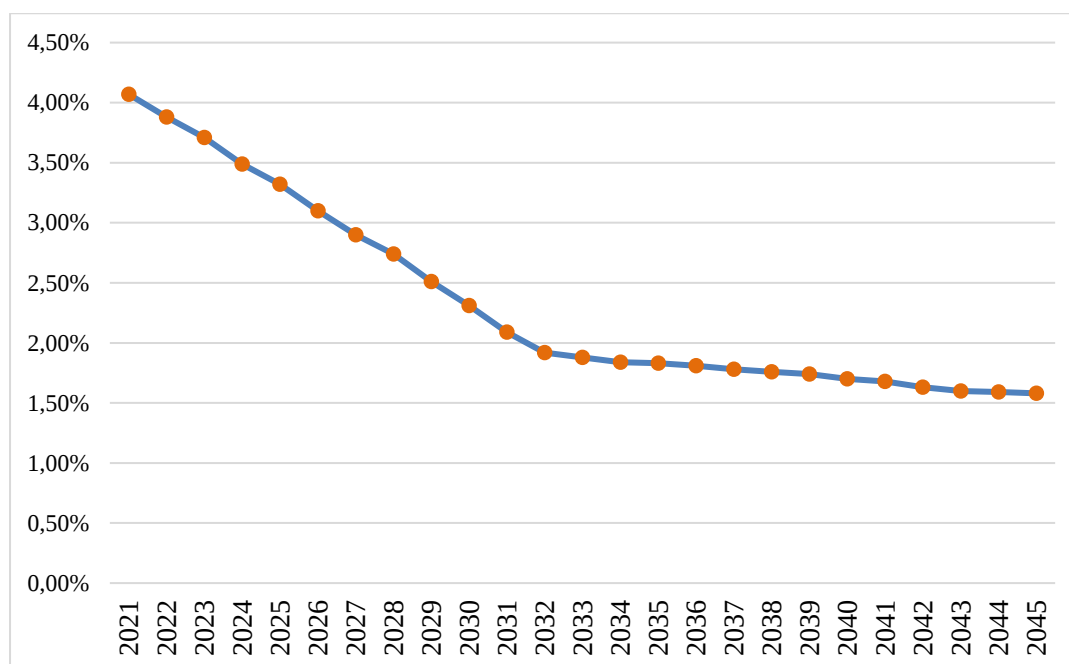
A continuación, se muestra las tasas anuales de crecimiento obtenidas en los pronósticos para cada uno de los modos analizados.

Figura 126. Tasa anual de crecimiento pronóstico viajes en auto.



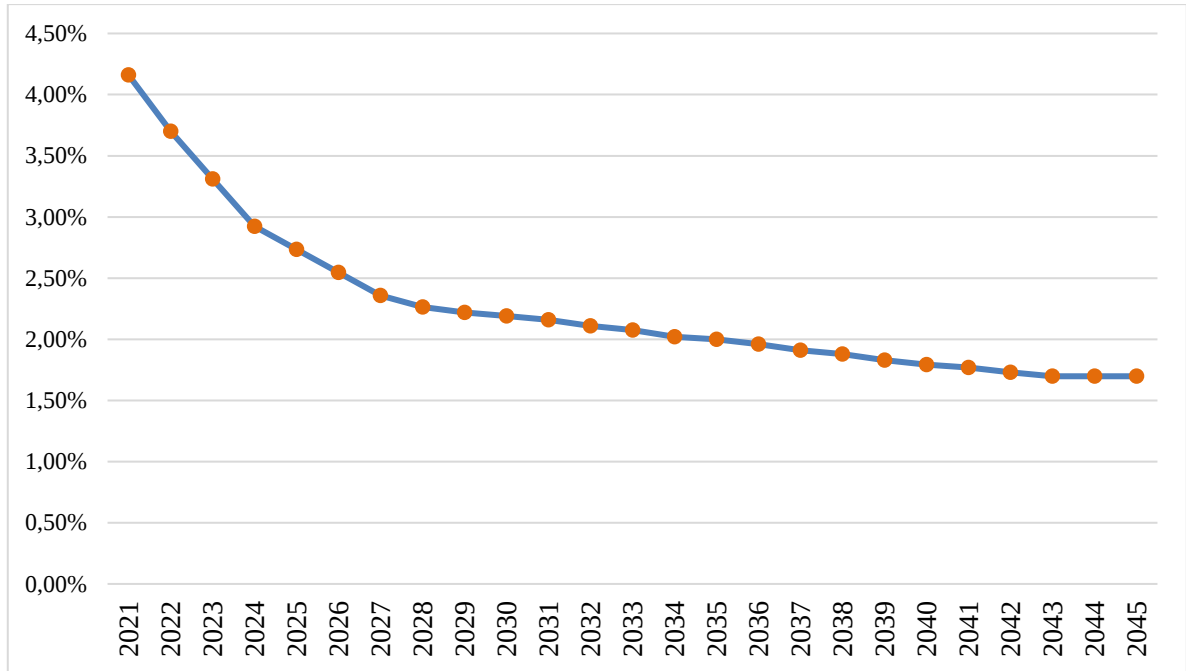
Fuente: Elaboración propia (2022)

Figura 127. Tasa anual de crecimiento pronóstico viajes en moto.



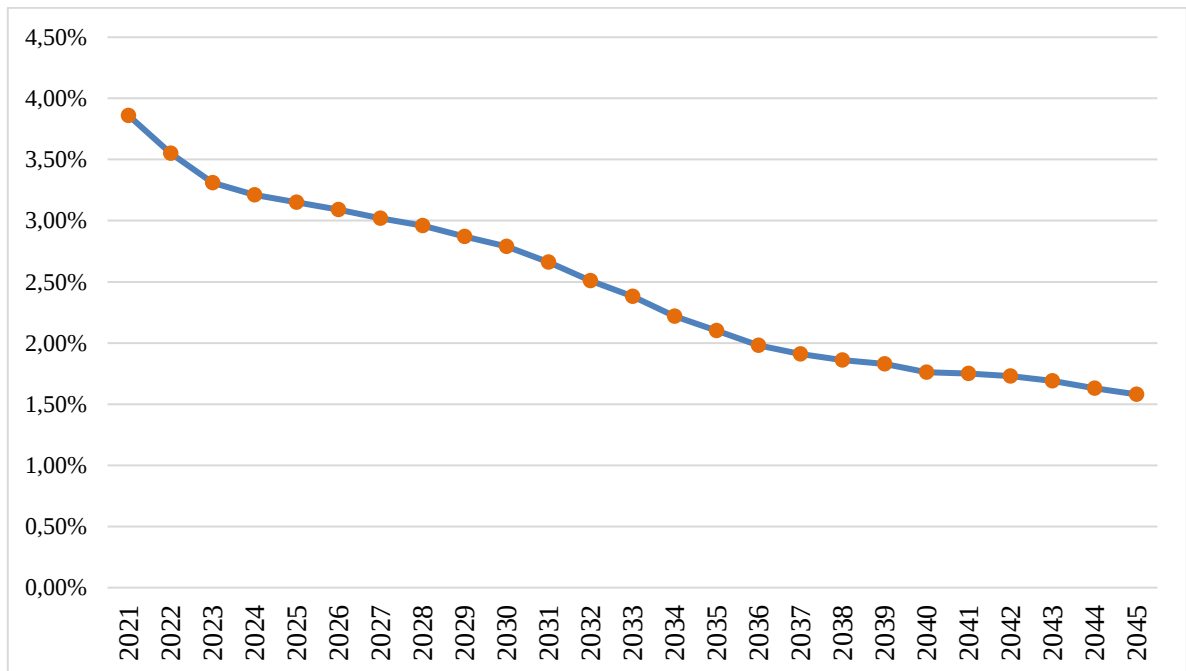
Fuente: Elaboración propia (2022)

Figura 128. Tasa anual de crecimiento pronóstico camiones



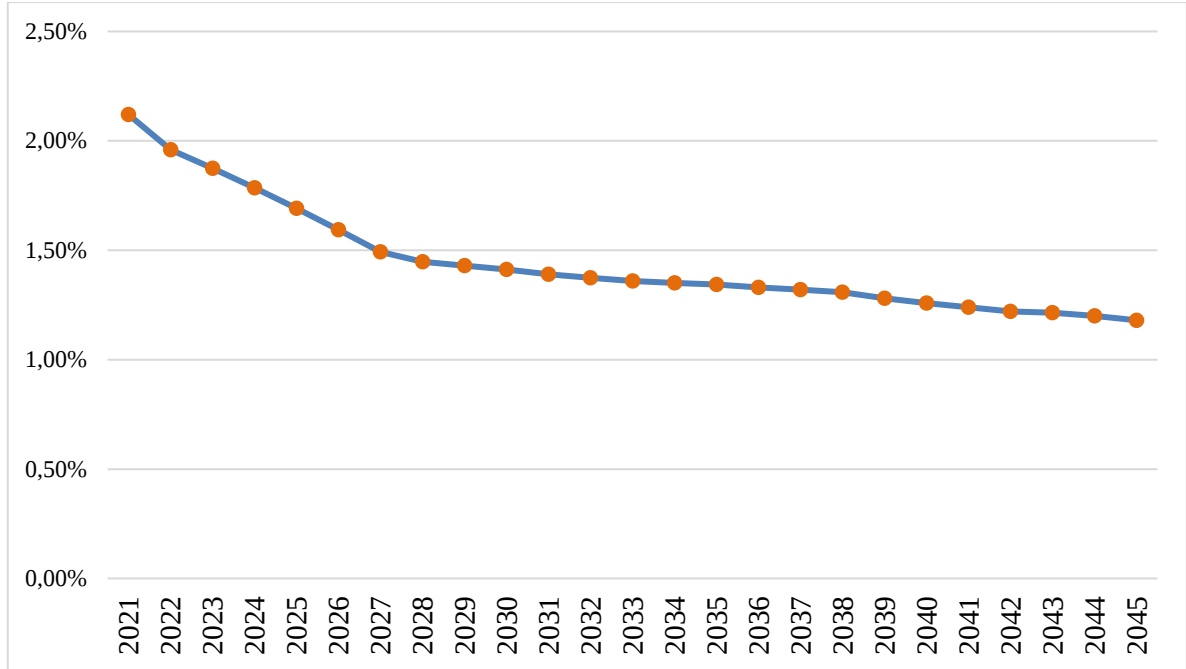
Fuente: Elaboración propia (2022)

Figura 129. Tasa anual de crecimiento pronóstico viajes transporte público



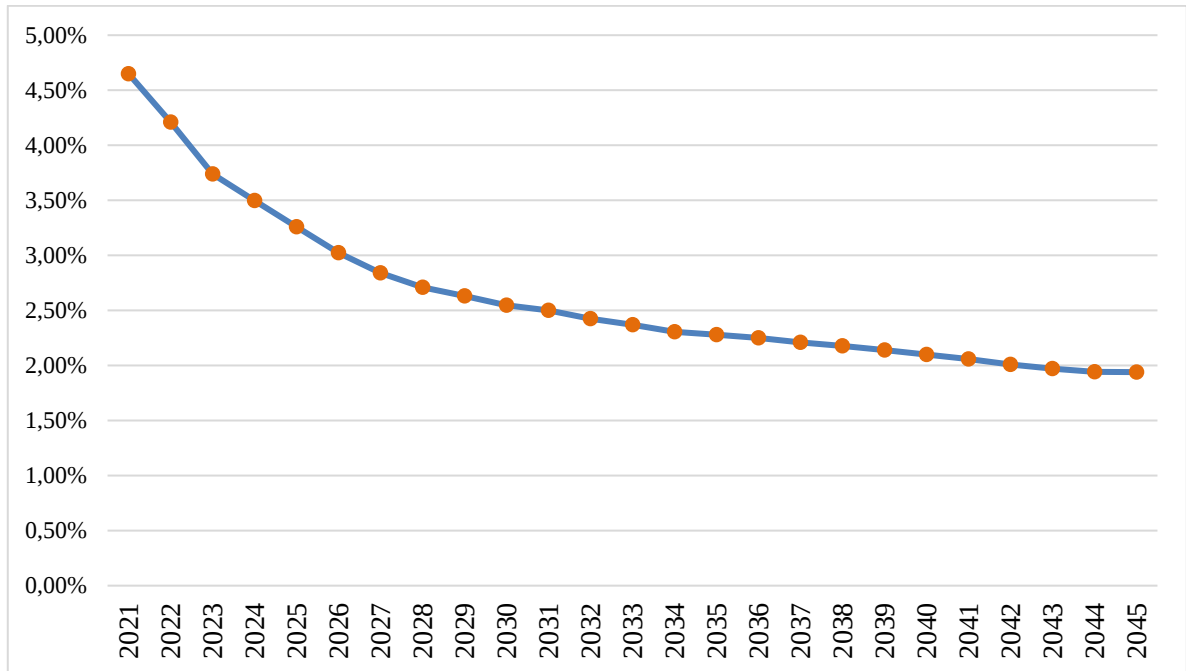
Fuente: Elaboración propia (2022)

Figura 130. Tasa anual de crecimiento pronóstico viajes en bicicleta



Fuente: Elaboración propia (2022)

Figura 131. Tasa anual de crecimiento pronóstico viajes a pie



Fuente: Elaboración propia (2022)

Finalmente, los factores multiplicadores utilizados para llevar la matriz base por modo se muestran a continuación. Cabe recordar que dichos factores se usaron para proyectar las matrices de viajes por modo para el crecimiento normal de los viajes.

Tabla 57. Factores multiplicadores por modo y por periodo crecimiento normal de los viajes

TIPO	2025	230	2035	2045
AUTOS	1,1	1,2	1,3	1,6
BICICLETAS	1,0	1,0	1,1	1,3
CAMIONES	1,1	1,2	1,3	1,8
MOTOS	2,9	3,4	3,9	5,0
PEATONES	1,2	1,3	1,5	1,8

Fuente: Elaboración propia (2022)

Los factores obtenidos, muestran diferentes valores según el modo, pero sobresale el valor obtenido para las motos, el cual es el más alto de todos. Sin embargo, dicho valor resulta aceptable para la zona, ya que lo que muestran los resultados de las cuatro últimas encuestas realizadas en Bogotá es que el crecimiento de los viajes en moto en la localidad se ha disparado de forma considerable en los últimos 10 años (tasa anual de crecimiento del 7.9% entre 2005 y 2011, tasa anual de crecimiento del 13.5% entre 2011 y 2015 y tasa anual de crecimiento del 21% entre 2015 y 2019) y si la tendencia se mantiene el número de viaje en motos será insostenible.

Con el fin de validar la proyección presentada anteriormente, el Consultor realizó el cruce de la información de aforos contra el estudio ‘Circunvalar de Oriente’. A continuación, se presenta una tabla mostrando que existe una similitud en orden de magnitud, especialmente para los autos y los camiones, no tanto así para las motos, las cuales han presentado tasas de crecimiento mayores en los últimos años. Adicionalmente, también se comparan los datos de calibración, para evaluar la calidad del ajuste por Covid-19 realizado por el Consultor.

Tabla 58. Comparación de volúmenes con ET Circunvalar de Oriente

INFORMACIÓN CIRCUNVALAR			
	AUTOS	MOTOS	CAMIONES
TPDA 2022	20342	13583	588
FC 2030	1,2	1,0	1,2
FC 2035	1,3	0,9	1,3
FC 2042	1,4	0,8	1,4
INFORMACIÓN CONSULTOR			
TPDA 2021	22081	15739	2218
FC 2030	1,2	3,4	1,2
FC 2035	1,3	3,9	1,3
FC 2042	1,6	5,0	1,8

Fuente: Elaboración propia (2022)

En general, se aprecia que la información recolectada en campo, estuvo por encima de la proyectada por dicho proyecto para el año 2022 para camiones, aún a pesar de que la información del Consultor se encontraba afectada por el COVID. Sin embargo, los factores de crecimiento empleados por ambos estudios son muy similares para autos y camiones. En el caso de las motos, no se encuentra un sustento técnico válido para considerar que los volúmenes de esta tipología van a disminuir en el tiempo, como consideró dicho estudio, cuando, por el contrario, vienen presentando tasas de crecimiento de doble dígito en los últimos 10 años.

Una vez identificado el crecimiento normal de los viajes por modo en la zona, se procedió a hacer las estimaciones del aumento de los peatones en la zona de influencia directa de la estación producto de la entrada en operación del sistema cable. Para dicho análisis se partió de los resultados obtenidos en el Análisis de Demanda realizado durante la FASE 2 de la actual consultoría donde se estimó el número de viajes que circularían por el sistema cable en la hora de máxima demanda y que fueron mostrados en la sección 4.2 de este documento. Además, debido a la localización de la estación de retorno en un sector donde en la actualidad no existe una infraestructura de transporte como la que representa el cable, la estimación de usuarios que llegaran principalmente caminando o en bicicleta a dicha manzana es considerable (1.800 en el año 30 en la hora más cargada).

El Sistema Cable Aéreo San Cristóbal se configura como un sistema que busca incentivar y fortalecer el uso del transporte público brindando una solución de movilidad segura, confortable y rápida para los habitantes de zonas vulnerables en la localidad, acompañado de una serie de medidas que faciliten e incentiven la caminata hacia las estaciones brindando condiciones de accesibilidad segura y universal a cada una de las estaciones, así como la intermodalidad. Por dichas características también resulta lógico considerar que el sistema cable captará viajes que en la actualidad se realizan en otros modos. Las tasas de captación estimadas a partir de la construcción de un modelo Logit fueron presentadas en el informe de FASE 2 de Análisis de Demanda y en este informe son presentadas en la sección 7.2.

Finalmente, estos análisis arrojan una estimación de demanda potencial para la hora de máxima demanda en el año 20 de funcionamiento del cable de alrededor de 1.800 usuarios llegando a la estación de retorno provenientes de los sectores aledaños a la estación del cable (incluyendo la situación más crítica con el ramal a Juan Rey funcionando) y 390 que llegarán desde la estación de La Victoria, para un total de 2.190 en la hora más cargada en el año 20.

Adicional al crecimiento normal esperado del tráfico en la zona, calculado mediante los modelos econométricos descritos anteriormente, y de la demanda que generará y atraerá la Estación de Retorno, el Consultor incluyó un factor de ajuste en la proyección que buscó representar, adicionalmente, el tráfico peatonal que se desarrollará en el futuro por efecto de los nuevos equipamientos y proyectos urbanísticos que tiene considerado el Distrito implementar alrededor del Cable de San Cristóbal.

Para estimar este factor, se tuvieron en cuenta, entre otros componentes, aquellos usuarios ocasionales que llegarán al sistema por motivos de turismo, recreación y sosiego. Para estimar dichos valores se utilizó información de referencia del sistema TransMicable de Ciudad Bolívar donde se ha estimado que del total de viajes mensuales el 0.6% son excursionistas, 0.8% son turistas internacionales y 1.7% turistas nacionales, el porcentaje restante (96.9%) son habitantes del sector y usuarios diarios del

sistema¹². Adicionalmente, con base en la información revisada del sistema TransMicable se encontró que el sistema ha atraído viajes de usuarios que no viven en la localidad. Para el caso de TransMicable en la localidad de Ciudad Bolívar dichos viajes pueden alcanzar un promedio de 28%¹³ al mes. Sin embargo, cuando se hace un análisis más detallado, dichos viajes diarios que son recurrentes (no ocasionales) de otras localidades alcanzan en promedio una tasa del 5,7%. Además, teniendo en cuenta las proyecciones de crecimiento de población de la localidad de San Cristóbal y las tendencias de crecimiento de viajes, y con base en la evidencia anterior, se estimó que dicha tasa de viajes desarrollados para el sistema Cable San Cristóbal podrá alcanzar un valor de entre el 10 al 20% de la demanda normal (aproximadamente 3-5% por turismo, 5-8% por viajes atraídos de otras localidades y otro 3-5% por otros motivos diferentes). A partir de lo anterior, el Consultor adoptó un valor promedio del 15%, lo que representa un factor de ajuste de la demanda proyectada equivalente a 1,15; lo cual constituye un valor razonable para este tipo de sistemas y permite abarcar todos los escenarios posibles tanto de alta o baja demanda.

Una vez se tuvo la información de demanda y los aforos peatonales recopilados por la consultoría se realizó un proceso de balanceo peatonal por medio de un análisis gravitacional combinando los peatones que resultaron del análisis de crecimiento normal que se les hizo a los viajes a pie de la localidad mediante la estimación de un modelo de regresión con variable explicativa y los usuarios nuevos atraídos y captados por el sistema cable. Fue necesario definir un sistema de nodos (ver Figura 132) que permitió establecer una matriz origen- destino dentro de la zona de influencia directa de la estación, además se generaron líneas de deseo peatonal para cada uno de los picos del día analizados.

Figura 132. Numeración de nodos para balanceo peatonal estación de transferencia



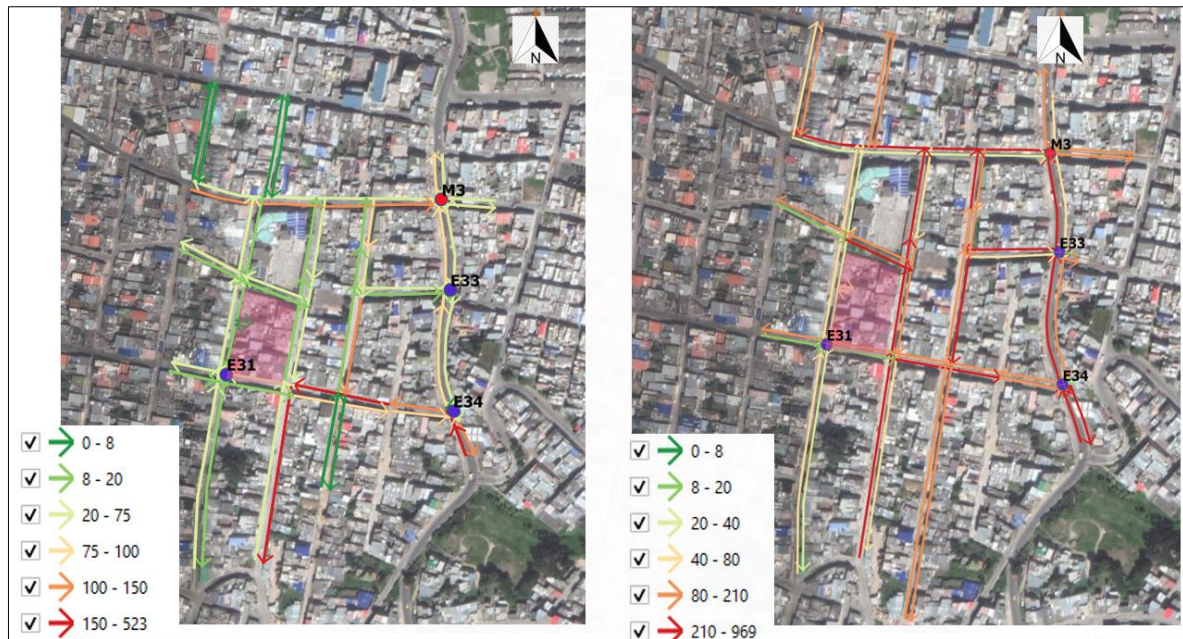
Fuente: Elaboración propia (2022)

¹² Observatorio de Turismo - Transmicable 2019. Medición Transmicable mayo-junio de 2019

¹³ Observatorio de Turismo - Transmicable 2019. Medición Transmicable mayo-junio de 2019

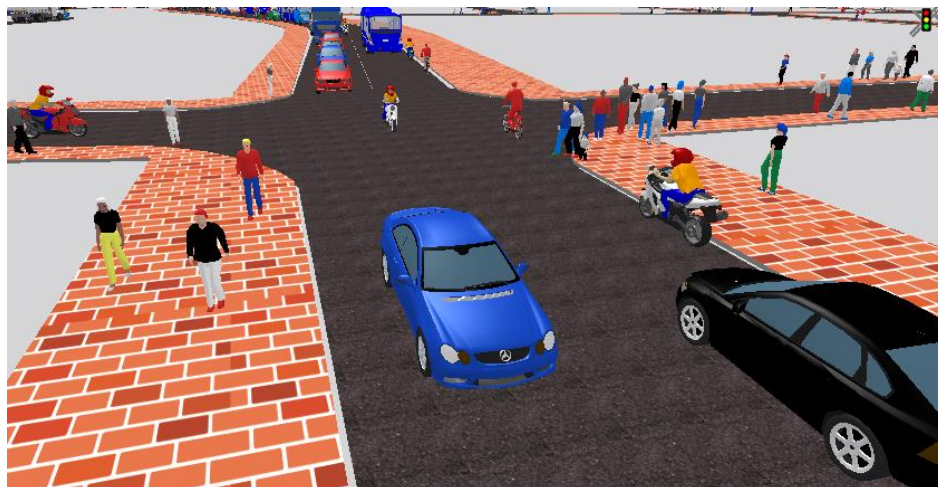
Este proceso permitió generar dos matrices de viajes peatonales, una sin proyecto y otra con proyecto para los diferentes años de análisis (2025, 2030, 2035 y 2045) y para cada uno de los picos analizados (AM, PM y FS). Los resultados del balanceo peatonal para el año 0 (2025) y para el año 20 (2045) se muestran en la Figura 133.

Figura 133. Balanceo peatonal resultante año 2025 vs año 2045



Fuente: Elaboración propia (2022)

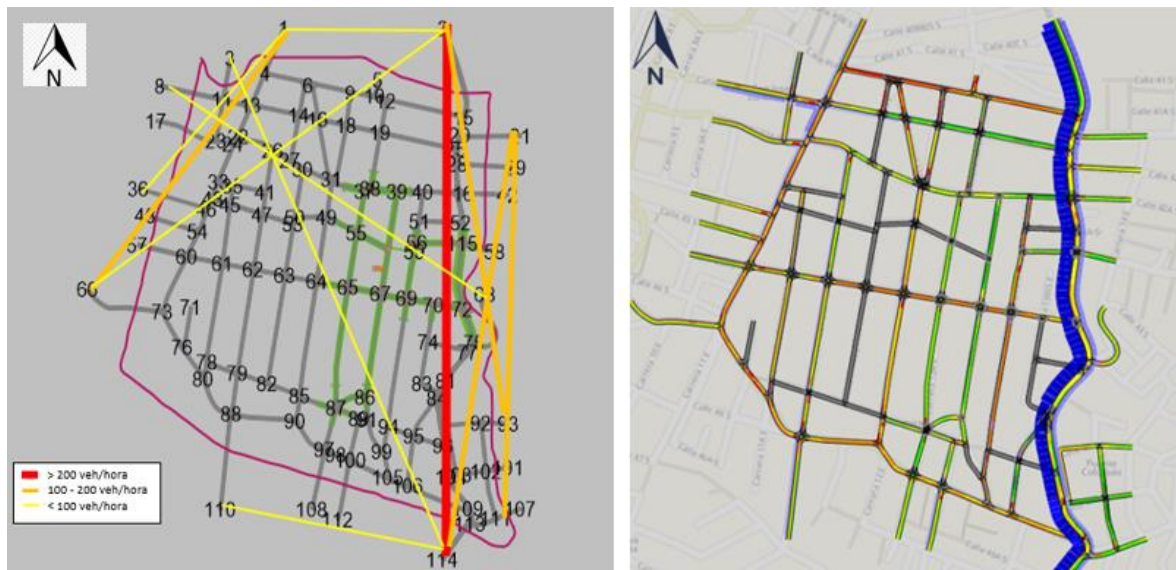
Figura 134. Presentación 3d peatones llegando a la estación



Fuente: Elaboración propia (2022)

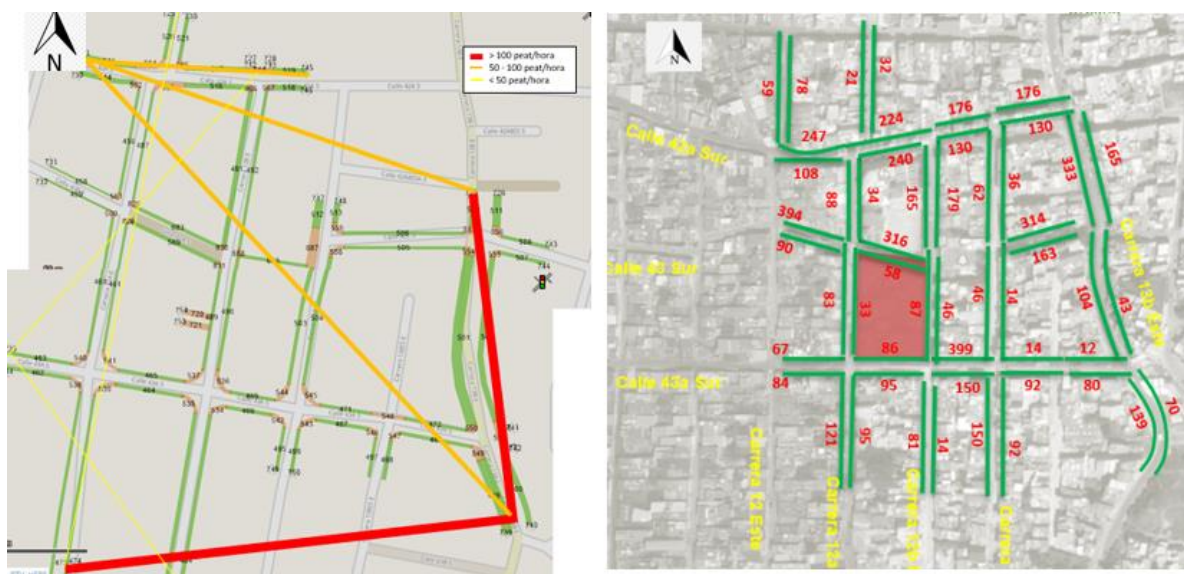
A continuación, se constata la coherencia que presentan las matrices construidas por medio de la representación gráfica de las líneas de deseo de las mismas. Como se puede observar, en general, se identifica una alta coherencia de la concentración de flujos en relación a los usos del suelo, actuales y proyectados, y la ubicación espacial de los volúmenes. Es importante destacar que, debido al tamaño que fue definido para realizar el modelo micro de cada estación, no se hace posible la generación de sifones o puntos de concentración anómalos en la estructura de las matrices.

Figura 135. Líneas de deseo matriz vehicular – Año 2021



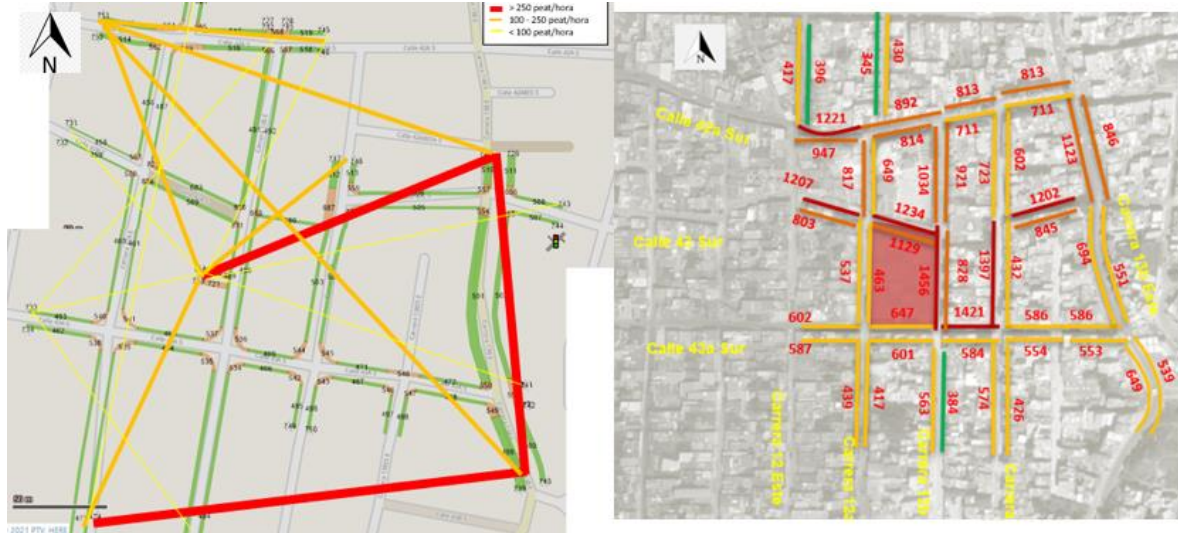
Fuente: Elaboración propia (2022)

Figura 136. Líneas de deseo matriz peatonal – Año 2021



Fuente: Elaboración propia (2022)

Figura 137. Líneas de deseo matriz peatonal – Año 2045



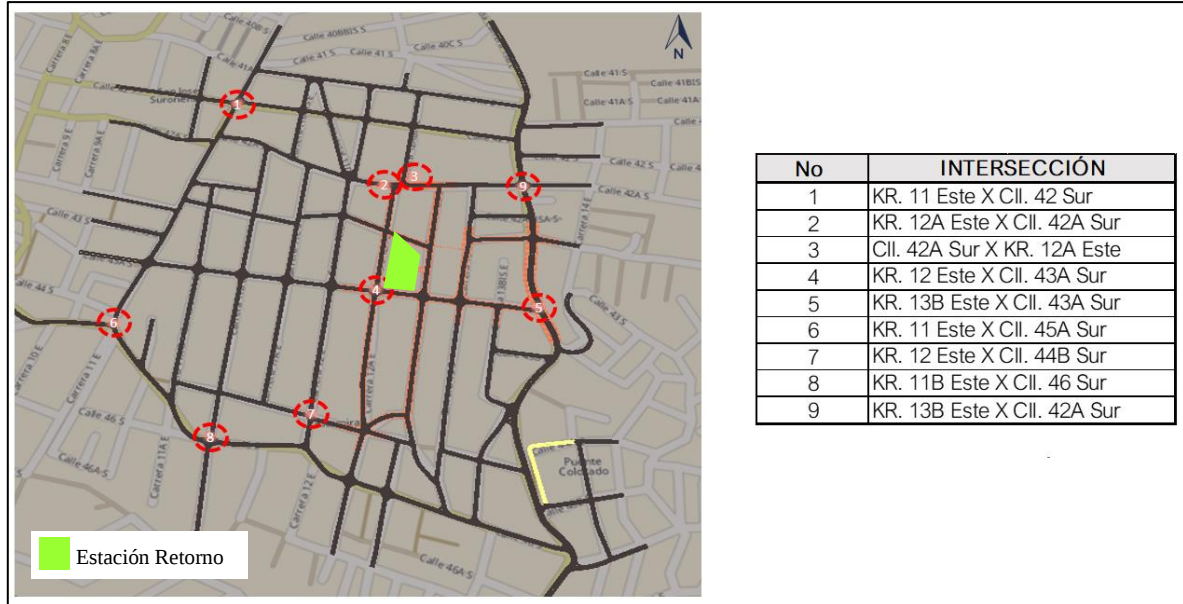
Fuente: Elaboración propia (2022)

La distribución de flujos peatonales mostrada anteriormente muestran una gran concentración de flujos sobre la Avenida Carrera 13b Este, así como sobre la Carrera 12b Este que es por donde se sitúa el acceso principal a la estación de retorno y la Carrera 13 Este, en el sentido oriente – occidente se destaca la carga peatonal principalmente sobre los ejes de la Calle 43a Sur y Calle 42 a Sur. También sobresale que gran parte de los flujos peatonales provienen del sector norte y oriente de la localidad. En menor proporción se carga el costado oriente de la estación, sin que eso signifique que dicho sector no sea tenido en cuenta dentro de los análisis de accesibilidad y conectividad.

Una vez surtido todo el proceso de implantación y proyección de flujos generados por el proyecto se procedió a realizar los análisis de las condiciones operacionales del sector ante las nuevas condiciones producidas por la estación, para lo cual se hizo una revisión de indicadores operacionales, el rendimiento de la infraestructura y el impacto que podrá generar sobre ésta la implementación del Proyecto.

Al igual que como se presentó en el capítulo 10 del presente documento se utilizaron 9 intersecciones de control (ver Figura 138) para medir el impacto que se generaría sobre la zona de estudio por el flujo vehicular futuro. Los indicadores operacionales utilizados para la comparación fueron longitud de cola, NDS y demora por intersección y por movimiento para el escenario base (situación actual, ver Tabla 59) y para el escenario en que se tienen los nuevos flujos, pero sin hacer ningún tipo de intervención de infraestructura, solo implantando la estación con las mismas condiciones de infraestructura vial y peatonal existentes actualmente.

Figura 138. Intersecciones analizadas para comparación de escenario



Fuente: Elaboración propia (2022)

Una vez entra en operación el proyecto para el año 20 se obtiene que algunas de las intersecciones que en el escenario actual estaban en NDS A pasan a NDS C (Carrera 13b Este con calle 42a Sur, Carrera 11 Este con Calle 42 Sur). La intersección de la Carrera 12 este con Calle 44b Sur pasa de NDS C a D y las demás intersecciones se mantienen en los NDS que estaban en el escenario base.

Tabla 59. Indicadores operacionales escenario actual sin proyecto pico PM

No	Intersección	Long. Cola Prom. (m)	Demora (Seg)	Nivel de Servicio	Acceso	Movimiento (RILSA)	Long. Cola Prom. (m)	Demora (Seg)	Nivel de Servicio
1	KR. 11 Este X Cll. 42 Sur	6,1	10,1	B	NORTE	1	0,0	2,3	A
						5	0,0	1,9	A
						91	0,0	0,9	A
					SUR	2	0,0	0,3	A
						6	0,0	2,3	A
						92	0,0	0,2	A
					OESTE	3	3,3	7,8	A
						7	3,1	10,0	A
						93	2,1	8,8	A
					ESTE	4	6,5	8,2	A
						8	5,9	15,7	C
						94	4,3	8,9	A
2	KR. 12A Este X Cll. 42A Sur	0,1	1,6	A	SUR	6	0,1	7,3	A
						92	0,1	0,0	A
					OESTE	3	0,0	0,5	A
						93	0,0	0,0	A
					ESTE	4	0,1	0,3	A
						8	0,1	0,2	A
3	Cll. 42A Sur X KR. 12A Este	0,0	2,5	A	NORTE	5	0,1	0,0	A
						91	0,1	7,0	A
					OESTE	3	0,0	0,1	A
						7	0,0	0,0	A
					ESTE	4	0,0	0,3	A
						94	0,0	0,0	A
4	KR. 12 Este X Cll. 43A Sur	0,1	10,9	B	NORTE	1	0,2	10,8	A
						5	0,2	0,0	A
						91	0,2	0,0	A
					SUR	2	0,1	10,7	A
						92	0,1	6,8	A
						6	0,1	0,0	A
					OESTE	3	0,0	0,2	A
						7	0,0	0,0	A
						93	0,0	0,0	A
					ESTE	4	0,0	0,0	A
						8	0,0	0,0	A
						94	0,0	0,0	A
5	KR. 13B Este X Cll. 43A Sur	9,1	15,5	C	NORTE	1	25,7	18,3	C
						91	25,4	0,0	A
					SUR	2	3,6	1,8	A
						6	3,5	2,9	A
					OESTE	7	1,2	0,0	A
						93	1,4	15,0	A
6	KR. 11 Este X Cll. 45A Sur	0,3	2,7	A	NORTE	1	1,5	7,2	A
						91	1,5	5,2	A
					SUR	2	0,0	0,2	A
						6	0,0	1,0	A
					OESTE	7	0,0	1,0	A
						93	0,0	1,1	A
7	KR. 12 Este X Cll. 44B Sur	0,8	16,9	C	NORTE	1	2,8	14,7	C
						5	2,9	19,0	C
						91	2,2	0,0	A
					SUR	2	0,1	3,9	A
						6	0,1	0,0	A
						92	0,1	0,0	A
					OESTE	3	0,0	0,0	A
						7	0,0	0,0	A
						93	0,0	0,0	A
					ESTE	4	0,0	0,0	A
						8	0,0	0,0	A
						94	0,0	0,0	A
8	KR. 11B Este X Cll. 46 Sur	1,2	4,5	A	NORTE	1	1,2	4,3	A
						5	4,8	0,0	A
						91	1,2	0,0	A
					SUR	2	1,4	7,5	A
						6	3,9	11,0	B
						92	1,4	7,9	A
					OESTE	3	0,1	0,3	A
						7	0,2	0,0	A
						93	0,4	2,0	A
					ESTE	4	0,0	0,0	A
						8	0,0	2,9	A
						94	0,0	0,0	A
9	KR. 13B Este X Cll. 42A Sur	2,9	7,3	A	NORTE	1	0,0	0,0	A
						5	9,3	8,6	B
						91	0,0	0,0	A
					SUR	2	3,3	1,3	A
						6	3,3	0,0	A
						92	4,2	0,6	A
					OESTE	3	0,2	9,0	A
						7	1,1	11,5	A
						93	1,3	35,8	E
					ESTE	4	0,0	7,3	A
						8	0,6	20,2	C
						94	0,4	9,2	A

Fuente: Elaboración propia (2022)

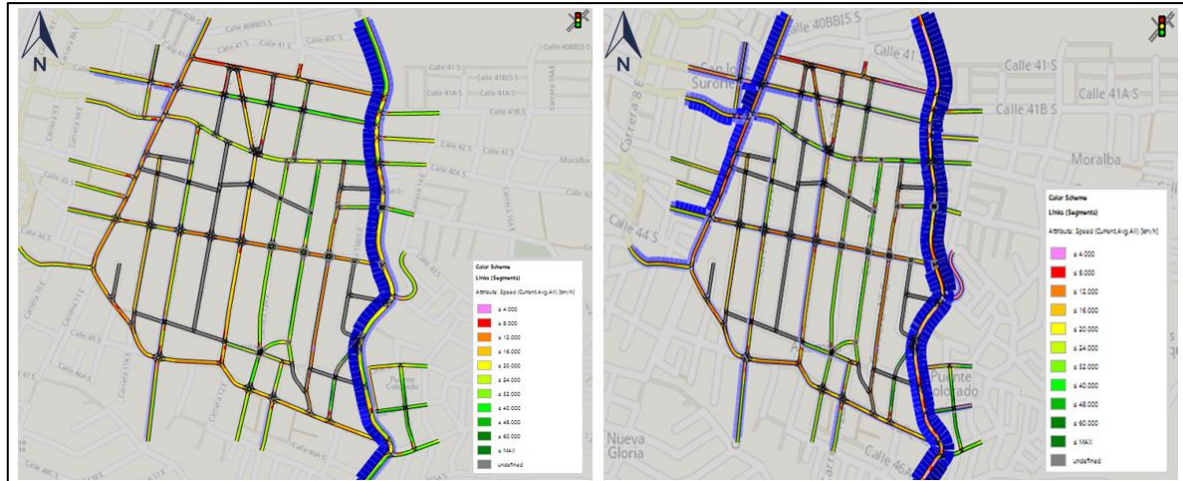
Tabla 60. Indicadores operacionales año 2045 con proyecto, sin intervenciones pico PM

No	Intersección	Long. Cola Prom. (m)	Demora (Seg)	Nivel de Servicio	Acceso	Movimiento (RILSA)	Long. Cola Prom. (m)	Demora (Seg)	Nivel de Servicio
1	KR. 11 Este X Cll. 42 Sur	19,7	22,4	C	NORTE	1	0,2	2,5	A
						5	0,3	0,0	A
						91	0,2	2,8	A
					SUR	2	0,7	1,3	A
						6	0,9	0,0	A
						92	0,7	4,8	A
					OESTE	3	64,0	68,5	F
						7	63,1	75,4	F
						93	56,7	81,8	F
					ESTE	4	4,7	10,7	A
						8	3,8	0,0	A
						94	2,8	16,7	A
2	KR. 12A Este X Cll. 42A Sur	1,3	5,2	A	SUR	6	0,3	13,2	B
						92	0,3	0,0	A
					OESTE	3	0,9	5,5	A
						93	0,9	0,0	A
					ESTE	4	2,8	4,0	A
						8	2,7	1,1	A
					NORTE	5	5,4	0,0	A
						91	5,4	11,2	B
3	Cll. 42A Sur X KR. 12A Este	2,8	4,1	A	OESTE	3	1,2	0,7	A
						7	1,1	0,0	A
					ESTE	4	1,9	2,7	A
						94	1,8	0,0	A
					NORTE	1	1,0	7,8	A
						5	0,9	0,0	A
4	KR. 12 Este X Cll. 43A Sur	0,5	2,8	A	NORTE	91	0,9	0,0	A
						2	1,1	7,4	A
						6	1,0	0,0	A
					SUR	92	1,0	9,2	B
						3	0,2	0,9	A
						7	0,2	0,0	A
					OESTE	93	0,2	0,0	A
						4	0,1	0,8	A
						8	0,0	0,0	A
					ESTE	94	0,0	0,0	A
						1	13,1	17,7	C
						91	11,7	0,0	A
5	KR. 13B Este X Cll. 43A Sur	25,1	20,6	C	NORTE	2	46,8	23,9	D
						6	46,4	20,3	C
					SUR	7	7,1	0,0	A
						93	6,2	17,8	B
					OESTE	1	5,3	10,4	B
						91	5,3	9,1	B
6	KR. 11 Este X Cll. 45A Sur	1,3	5,0	A	NORTE	2	0,0	0,5	A
						6	0,3	2,3	A
					SUR	7	0,4	2,4	A
						93	0,2	2,0	A
					OESTE	1	6,5	13,9	B
						5	6,5	31,0	D
					NORTE	91	5,1	0,0	A
						2	0,2	3,7	A
7	KR. 12 Este X Cll. 44B Sur	1,9	28,0	D	SUR	6	0,2	0,0	A
						92	0,1	0,0	A
						3	0,0	0,0	A
					OESTE	7	0,0	0,0	A
						93	0,0	0,0	A
						4	0,0	0,0	A
					ESTE	8	0,0	0,0	A
						94	0,0	0,0	A
					NORTE	1	1,6	4,7	A
						5	7,6	0,0	A
						91	1,6	0,0	A
8	KR. 11B Este X Cll. 46 Sur	2,6	5,9	A	SUR	2	4,1	10,7	B
						6	11,0	11,4	B
						92	4,1	11,0	B
					OESTE	3	0,3	0,8	A
						7	0,5	0,0	A
						93	0,8	3,0	A
					ESTE	4	0,1	1,0	A
						8	0,0	3,1	A
						94	0,0	0,0	A
					NORTE	1	38,0	44,1	E
						91	38,0	22,2	C
						5	39,0	8,3	A
9	KR. 13B Este X Cll. 42A Sur	10,2	20,1	C	SUR	2	3,3	1,3	A
						6	3,3	0,0	A
						92	4,3	1,2	A
					OESTE	7	5,5	17,5	C
						93	4,4	74,7	F
						3	1,3	16,1	C
					ESTE	94	2,0	16,6	F
						8	3,9	61,1	F
						4	0,4	8,9	C

Fuente: Elaboración propia (2022)

Sin embargo, cuando se mira a nivel de movimiento en cada intersección se encuentra que varios

Figura 141. Relación Volumen – Densidad por escenario 2021 (izq) y 2045 (der) pico PM



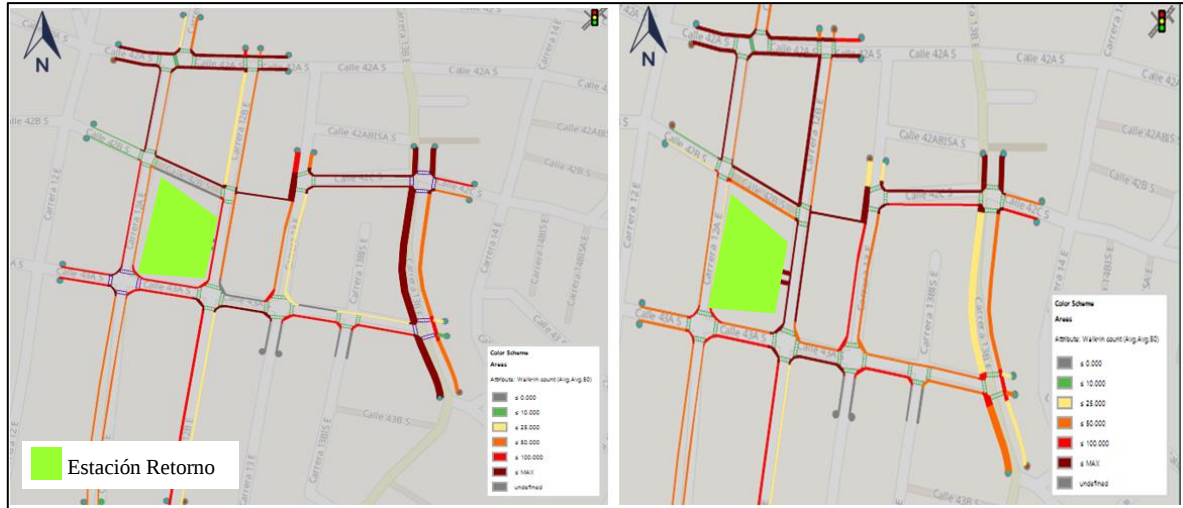
Fuente: Elaboración propia (2022)

Los resultados operacionales mostrados anteriormente (ver Figura 139, Figura 140 y Figura 141) dejan ver que la infraestructura vehicular presentará condiciones limitadas en sectores muy específicos sobre la Avenida Carrera 13b Este, la Carrera 11 Este y sobre las Calles 41 Sur, Calles 42 Sur y 42a Sur una vez la estación de retorno entre a operar en su total capacidad, debido a una gran concentración de flujos vehiculares. Por lo tanto, es necesario plantear medidas que ayuden a mitigar el impacto negativo que se produzca debido al proyecto y de esta forma evitar que los NDS caigan a niveles tan bajo en el año 20.

Para el análisis del efecto que producirá el aumento del flujo peatonal sobre la infraestructura existente, se hizo un análisis similar al presentado en el capítulo 10, de tal forma que pudieran ser comparables los dos escenarios de análisis, el escenario base (actual) y escenario 2045 con proyecto, pero sin ninguna intervención de infraestructura. Los indicadores de operación analizados fueron los NDS en las zonas de espera y en los andenes. La asignación peatonal resultante en ambos escenarios se muestra en la Figura 142.

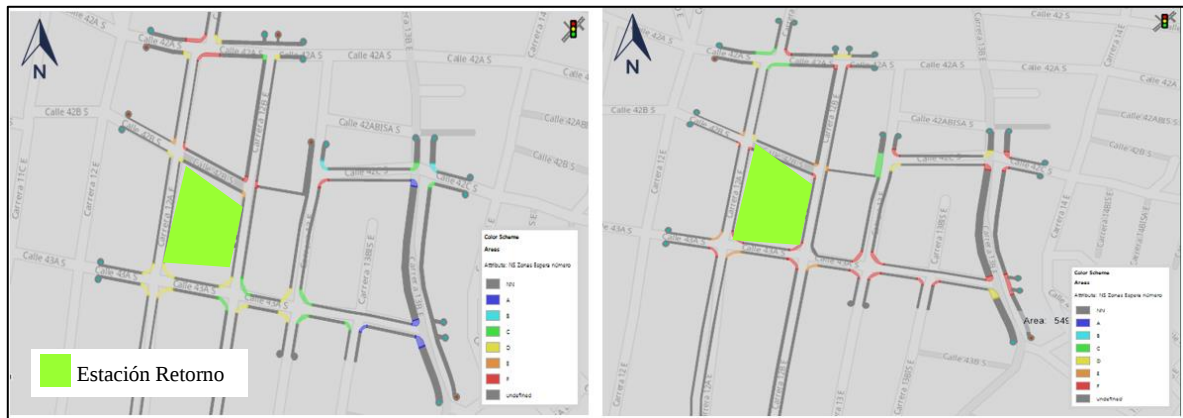
Los resultados de la asignación dejan ver como la infraestructura peatonal de la Carrera 12b Este se carga mucho más en el año 2045 dado que es la vía de acceso principal a la estación. otro cambio importante se da sobre la Avenida Carrera 13b Este donde pareciera que la concentración de flujo disminuye con respecto al escenario base, pero este se debe a que existe una redistribución de peatones que son atraídos hacia la estación y por lo tanto ya no se acumulan sobre los andenes de dicho eje vial a espera el transporte público, sino que se desplazan hacia la estación cargando otros ejes viales como son la Calle 43a Sur, la Calle 43 Sur y la Carrera 13 Este.

Figura 142. Asignación peatonal con proyecto sin intervenciones (2021-izq y 2045-der)



Fuente: Elaboración propia (2022)

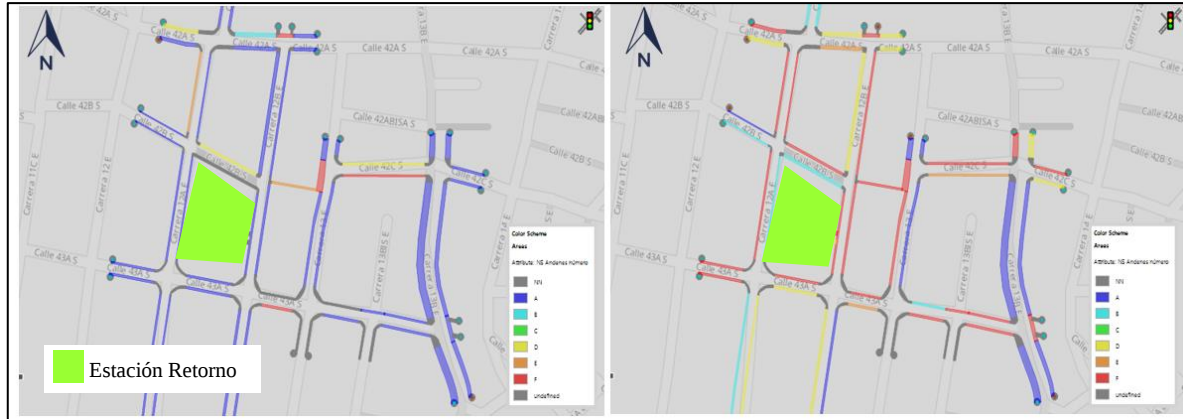
Figura 143. NDS zonas espera peatonal con proyecto sin intervenciones (2021-izq y 2045-der)



Fuente: Elaboración propia (2022)

En la Figura 143 se muestran los NDS obtenidos en las zonas de espera peatonal para cada escenario analizado. Se observa como la mayoría de las zonas de espera existentes alrededor de la manzana donde se ubicará la estación pasan de NDS C y D a NDS E y F, lo cual es coherente con lo encontrado en el diagnóstico de infraestructura previo que se mostró en el capítulo 9, donde se dejó en evidencia las deficientes condiciones de la infraestructura peatonal existente y que al llegar un flujo considerable de peatones esta no iba a tener la capacidad suficiente para soportarlo, tal como lo muestran los resultados aquí obtenidos. Es evidente el deterioro que se producirá en el NDS de las zonas de espera en las intersecciones de la Avenida Carrera 13b Este con Calle 43a Sur y con Calle 42c Sur, así como en las zonas de espera de las intersecciones ubicadas sobre la Carrera 12b Este y 12a Este con Calle 43a Sur.

Figura 144. NDS en andenes con proyecto sin intervenciones (2021-izq y 2045-der)



Fuente: Elaboración propia (2022)

En la Figura 144 se muestran los NDS obtenidos para la infraestructura peatonal. Los resultados muestran que una vez entre en su totalidad el flujo peatonal atraído a la estación los NDS de los andenes alrededor de la manzana donde se ubica la estación pasan de A a F, lo cual deja en evidencia la deficiencia de la infraestructura peatonal existente en la zona. Además, el deterioro del NDS no solo se da en los andenes alrededor de la manzana de la estación de retorno, sino que se extiende a otras calles y carreras como son la Calle 42a Sur entre Carrera 12a Este y 12b Este, así como el tramo vial de la Calle 42c sur. Este comportamiento se debe principalmente porque estos ejes viales se convierten en ruta de conexión de los peatones hacia la estación. para el caso de los andenes de la Avenida Carrera 13b Este el deterioro en los NDS no es tan notorio debido a la redistribución de peatones hacia la estación lo cual provoca que estos ya no se acumulen en dichos andenes, sino que se desplazan por las calles aledañas hacia la estación.

➤ *Conclusión acerca de la representación futura con proyecto*

La representación actual y futura con proyecto se realizó enfocada principalmente en el efecto que se produciría en el AII por el aumento en el flujo peatonal debido a la atracción de nuevos usuarios a la estación de retorno. En primer lugar, se hicieron las estimaciones de los modelos econométricos que ayudaron a calcular el crecimiento normal de los viajes por modo en la zona de análisis, crecimiento que se dará independientemente de que se construya o no la estación. Adicionalmente se estimó el flujo peatonal que llegaría a la estación producto de la entrada en operación del cable y este se le agregó al cálculo mencionado anteriormente. De esta forma se obtuvo el flujo motorizado y no motorizado que circulará por la zona cuando se implante y opere la estación, pero bajo el escenario en que no se realiza ningún ajuste a la infraestructura vial y peatonal existente. La idea de plantear este escenario era identificar si la infraestructura actual soportaría los nuevos flujos y el crecimiento propio del sector, tal como se hizo para la estación de transferencia en el Portal 20 de Julio donde los resultados encontrados mostraron que la infraestructura peatonal y vehicular existente soportarían la vida útil del proyecto y el crecimiento propio de los viajes de la zona, situación que para esta estación no es igual.

Con los flujos totales se hizo un análisis de las condiciones de la infraestructura vehicular existente a nivel de densidades y velocidades con lo cual se determinaron NDS para los 20 años de vida útil del proyecto en 9 intersecciones de control dentro de la zona de análisis. Los resultados mostraron que la

	<i>ACTUALIZACIÓN, AJUSTES Y COMPLEMENTACIÓN DE LA FACTIBILIDAD Y LOS ESTUDIOS Y DISEÑOS DEL CABLE AÉREO EN SAN CRISTÓBAL, EN BOGOTÁ D.C.</i>	
---	---	---

infraestructura vehicular presentará condiciones limitadas en sectores muy específicos sobre la Avenida Carrera 13b Este, la Carrera 11 Este y sobre las Calles 41 Sur, Calles 42 Sur y 42a Sur, una vez la estación de retorno entre a operar en su total capacidad, debido a una gran concentración de flujos vehiculares, obteniéndose NDS D en algunos casos, pero siendo más crítico el resultado a nivel de movimientos para determinados accesos en dichas intersecciones

Para la infraestructura peatonal existente el deterioro de los NDS a 2045 es evidente, ya que se obtienen NDS F en casi toda la infraestructura peatonal ubicada alrededor de la estación y extendiéndose dicho deterioro a una cuadra a la redonda, lo cual muestra las pobres condiciones de la infraestructura peatonal y que no presenta condiciones mínimas adecuadas para soportar un flujo tan considerable como el que se espera llegue a usar la estación.

Estos resultados, generan alertas y sustentan la necesidad de una intervención directa sobre la zona a nivel de infraestructura, señalización, reordenamiento vial y de rutas de transporte público que permita una conectividad e intermodalidad y sobre todo que genere condiciones adecuadas de seguridad, comodidad y accesibilidad para los usuarios de la estación.

12 SELECCIÓN DE LAS SOLUCIONES DEFINITIVAS DE TRÁNSITO

La Estación de Retorno del Cable Aéreo San Cristóbal estará ubicada en el barrio Altamira, sobre una manzana inscrita entre la Calles 43 A Sur y Calle 43 sur, y las Carreras 12B y 12a y el acceso peatonal se dará sobre la Carrera 12b Este.

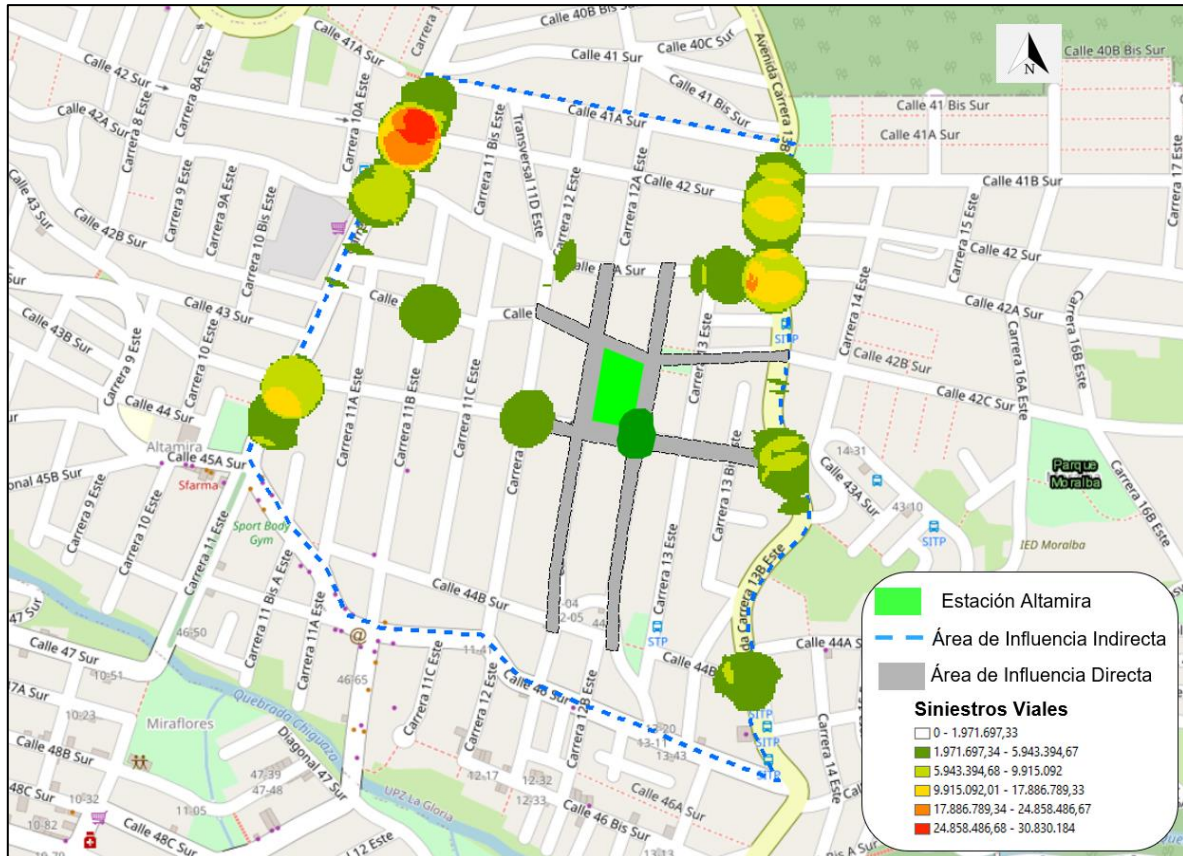
Las alternativas de intervención que se presentan en este capítulo y que fueron evaluadas mediante la herramienta de microsimulación, corresponden a un conjunto de soluciones que abarcan una zona amplia que incluso va más allá del área de influencia directa de la estación de retorno. Dichas medidas se establecen de esta forma ya que los análisis previos hechos muestran que cualquier solución o medida debe ir más allá de solo los andenes y tramos viales que están alrededor de la estación, ya que se trata de generar un planteamiento para un posterior diseño de unas medidas eficientes que aseguren la accesibilidad de los peatones y bici-usuarios y que permitan una convención segura de los diferentes modos presentes en la zona. Para la definición de las medidas y estrategias se tuvieron en cuenta los siguientes principios:

- Asegurar conectividad y accesibilidad segura y universal de peatones y de bici-usuarios priorizándolos por encima de cualquier otro modo.
- Recuperación de espacios peatonales y aprovechamiento de la cultura de caminata existente en la localidad.
- Mejoramiento o generación de nuevas conexiones peatonales.
- Favorecer y facilitar la intermodalidad, especialmente con los servicios de transporte público, como parte de la estrategia de generar mayor captación de demanda
- Establecer estrategias de pacificación del tránsito combinadas con la promoción de una circulación más segura de vehículos y motos.
- Integración de las estrategias propuestas con el proyecto futuro de ampliación de la Carrera 13b Este conocido como Avenida Circunvalar de Oriente.

Otro insumo fundamental para diseñar las soluciones de tránsito que se describen a continuación, fueron los resultados de los análisis de siniestralidad en la zona, así como la identificación de los puntos críticos identificados en el correspondiente capítulo de este informe.

La siguiente figura, presenta la localización espacial de aquellos puntos críticos, los cuales buscan ser solucionados con las medidas de mitigación propuestas en cada horizonte, las cuales están enfocadas en la pacificación del tráfico, a través de la implementación de reductores de velocidad, señalización horizontal y vertical y, en años futuros, pompeyanos que prioricen y den continuidad a los flujos peatonales atraídos por el proyecto. De esta manera, se espera una disminución importante de los accidentes en el sector.

Figura 145. Puntos críticos de accidentalidad Densidad Kernel



Fuente: Elaboración propia (2022)

Con base en los principios anteriores es necesario en primer lugar describir en que consiste el proyecto de la Avenida Circunvar de Oriente.

➤ Avenida Circunvar de Oriente

El corredor vial de la Av. Circunvar presenta una longitud de 9,6 km y se localiza al sur oriente de la ciudad en el piedemonte de los cerros orientales, transcurriendo desde la Autopista Salida al Llano hasta la intersección de la Calle 36L Sur con Carrera 9 Este. La Figura 146 ilustra la determinación preliminar del corredor vial en estudio.

Figura 146. Localización proyecto Avenida Circunvalar de Oriente



Fuente: IDU (2022)

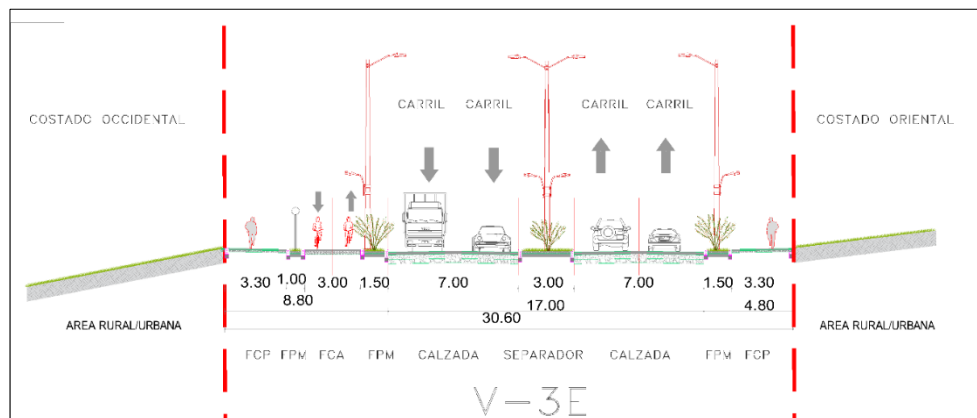
El proyecto cruza por las localidades de San Cristóbal y Usme al sur oriente de la ciudad y hace parte de siete (7) Unidades de Planificación zonal (UPZ) entre las que se tiene; Ciudad Usme, Gran Yomasa, La Flora, La Gloria, Los Libertadores, Parque Entrenubes y San Blas. Asimismo, en el estudio de prefactibilidad se identificó que el proyecto tendría una población afectada de aproximadamente 165.000 habitantes, destacándose que la mayoría de esta población corresponde a estratos 1 y 2.

Adicionalmente, cabe señalar que el corredor en estudio transcurre por un área urbana y un área rural, con extensiones de aproximadamente 5,6 y 4,0 km respectivamente, señalándose que no existen conexiones importantes con la malla vial primaria, presentándose mayoritariamente intersecciones con vías locales sin control de acceso.

Este eje vial constará de dos calzadas vehiculares, una en sentido de circulación norte-sur y otra en sentido sur-norte, cada una con dos carriles vehiculares, con espacio público con franja de circulación

peatonal y franja de paisajismo y mobiliario a ambos costados de la calzada vehicular, así como espacio público con franja para la circulación de bicicletas (ciclorruta) a un costado de la calzada vehicular y a nivel de andén, y sin ningún tipo de cobro para los usuarios ni financiación mediante el cobro de peajes, modificándose la configuración inicial de autopista urbana por un corredor urbano de la malla vial principal. En la Figura 147 se presenta el perfil vial de la vía, el cual corresponde a un perfil V-3E según lo establecido en el Plan de Ordenamiento Territorial vigente.

Figura 147. Sección Transversal propuesta Avenida Circunvalar de Oriente

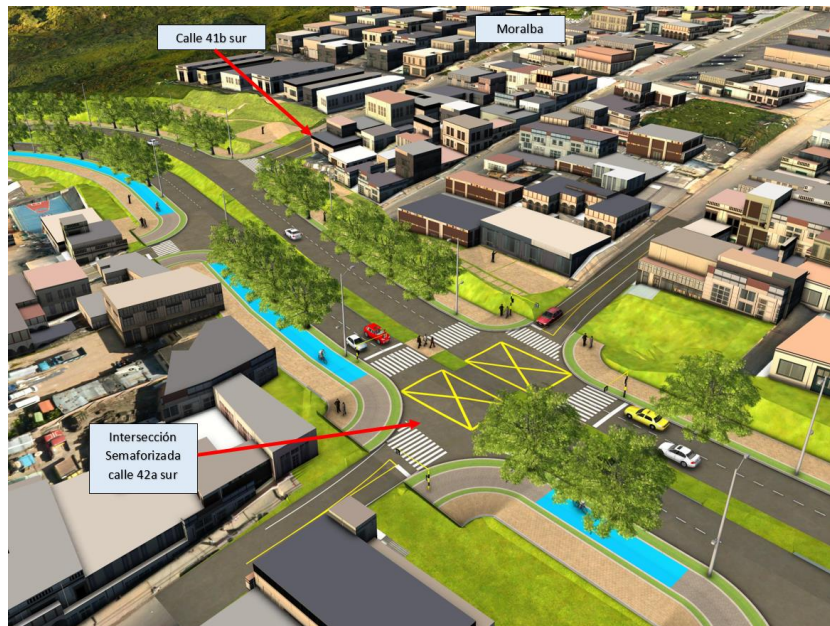


Fuente: IDU (2022)

Ya que este proyecto corresponde a un corredor de una longitud considerable a su paso por el área de influencia de la estación de retorno se encuentran los siguientes hitos de infraestructura que fueron tenidos en cuenta e integrados dentro de las estrategias planteadas por el equipo consultor.

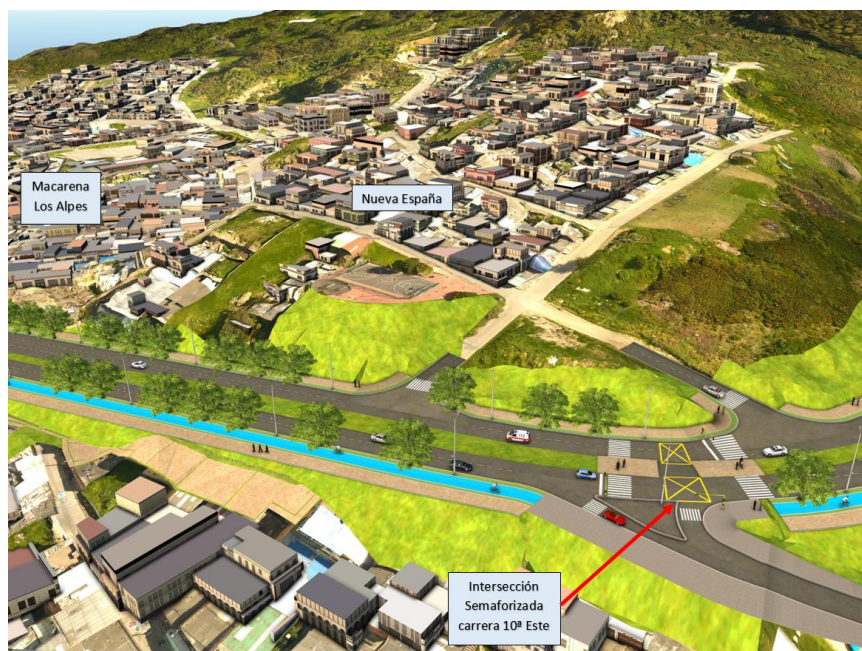
En el sector de la Calle 42a Sur se plantea una intersección semaforizada (ver Figura 148), así como en el sector de la Carrera 10ª Este (ver Figura 149). Otro factor importante a tener en cuenta es que debido a la conformación de la doble calzada los pasos directos actuales (oriente – occidente) existentes en las intersecciones de la Calle 41ª Sur, Calle 42 Sur, Calle 42a Bis Sur, Calle 42c Sur y Calle 43a Sur con el proyecto de la circunvalar ya no existirán de forma directa, sino se deberán hacer de forma indebida por dichas intersecciones estarán cerradas por el separador central de la nueva doble calzada y los únicos cruces peatonales directos se harán por las intersecciones semaforizadas mencionadas anteriormente.

Figura 148. Intersección semaforizada propuesta sector calle 42a Sur



Fuente: IDU (2022)

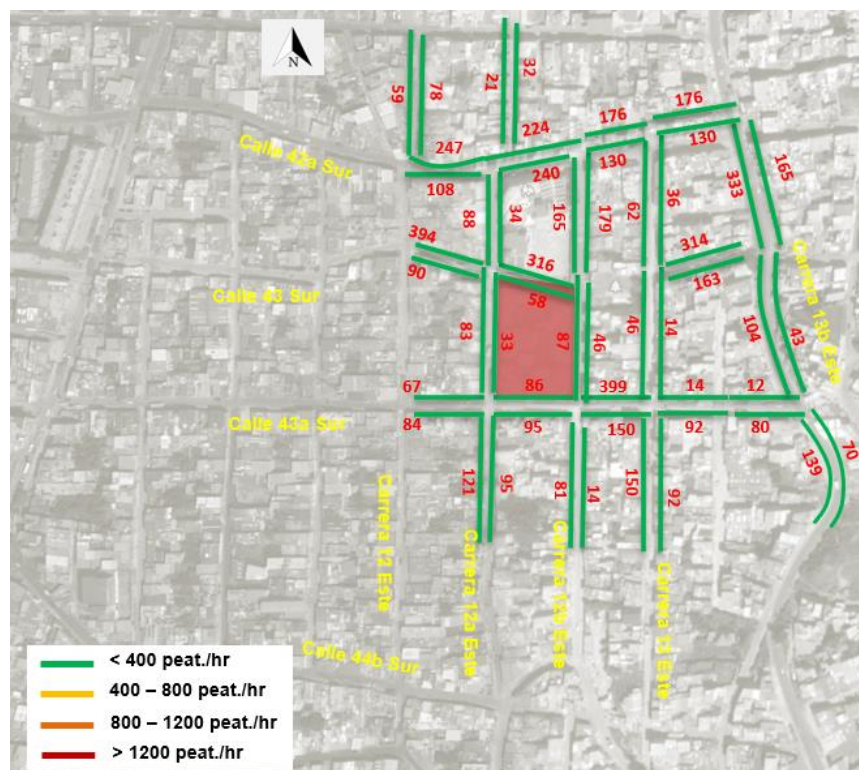
Figura 149. Intersección semaforizada propuesta sector Carrera 10ª Este



Fuente: IDU (2022)

Las propuestas de intervención fueron definidas a partir de una revisión de los volúmenes peatonales que circularán por cada uno de los andenes dentro de la zona de influencia del proyecto y su distribución bajo el supuesto de que la infraestructura existente en la actualidad no sufre ninguna intervención. Dicho análisis se realizó para el año de inicio de operación del proyecto (2025) y permitió establecer hasta que instante la infraestructura existente soportaría los nuevos flujos peatonales. A continuación, se muestra la distribución de los flujos peatonales para cada periodo de análisis, cabe aclarar que a partir del año 2025 (año cero de operación del cable) los flujos sobre los andenes corresponden a la suma de los flujos que atraerá el proyecto para cada año más los flujos que ya circulan por la zona proyectados utilizando los factores mostrados en el capítulo anterior.

Figura 150. Flujos peatonales año 2021



Fuente: Elaboración propia (2022)

Figura 151. Flujos peatonales año 2025



Fuente: Elaboración propia (2022)

Para el año 2025, los volúmenes peatonales se mantienen en la mayoría de andenes por debajo de los 400 peatones/hora, a excepción de los andenes que se encuentran en frente del acceso peatonal sobre la Carrera 12b Este, la Calle 43 y 43b Sur. En el año 2030, ya aparecen más andenes con flujo superior a los 400 peatones/hora especialmente sobre el sector de la Calle 42a Sur y así sucesivamente la red peatonal se fue cargando hasta el año 2045. Se presentan los NDS que se obtuvieron con base en los volúmenes peatonales y los anchos efectivos existentes en la zona de análisis, considerando las discontinuidades y mal estado que se identificaron en el diagnóstico de la zona.

Los resultados muestran que para el año actual los NDS de los andenes existentes están por debajo de “C” en la mayoría de los casos, y solo los andenes ubicados sobre el costado norte del sector presentan NDS “B”. Esto se debe principalmente a que los flujos peatonales que circulan son bajos y las condiciones actuales (anchos efectivos pequeños y presencia de discontinuidades) son deficientes para soportar dichos flujos.

Para el año cero de operación (2025), el NDS “E” impera sobre la infraestructura existente y después del año 2030 todos los tramos de andenes del sector presentan problemas de servicio. Se precisa que estos resultados corresponden a una situación en la cual se implementara la Estación de Altamira y no se realizara ninguna intervención de mejora sobre la infraestructura peatonal existente.

Figura 152. NDS andenes Estación Altamira - Año 2021



Fuente: Elaboración propia (2022)

Figura 153. NDS andenes Estación Altamira - Año 2025



Fuente: Elaboración propia (2022)

Los resultados de NDS dejan ver la necesidad de contar con medidas que permitan atender el crecimiento diferencial de los flujos a través del tiempo. Es así como, a continuación, se describen cada una de las medidas establecidas.

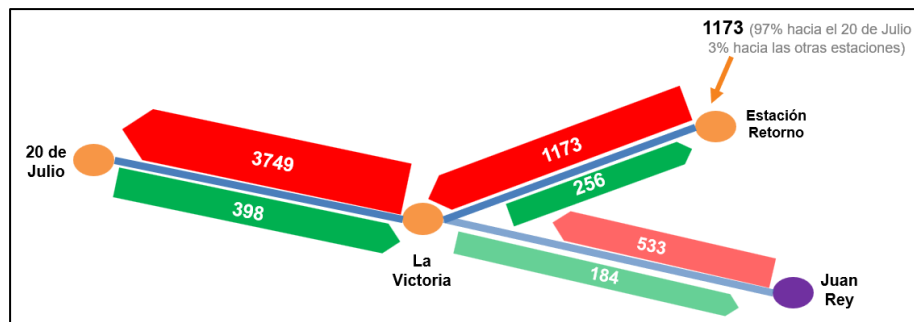
12.1 INTERVENCIONES PARA EL INICIO DE LA OPERACIÓN

El año cero de puesta en operación de la estación de retorno se proyecta para el año 2025. Para este año, el proyecto contempla el desarrollo de la construcción de la estación y los andenes que rodean la manzana que la contiene y la rehabilitación de los andenes opuestos de cada costado de la estación. El detalle urbanístico del diseño se aprecia en los planos en planta, los perfiles longitudinales y las secciones transversales de cada costado de la Estación de Altamira, donde para el año 2025 se mantienen las dimensiones de las secciones actuales con el fin de no causar un impacto en la movilidad de la zona, garantizando la continuidad de la infraestructura en los ejes transversales que permiten la circulación de los modos motorizados en sectores que superan el alcance del presente Contrato de Consultoría.

En este año se espera una demanda potencial llegando del exterior de la estación en la HMD de aproximadamente 2.085 usuarios que se juntan al interior de la estación con los 1.173 que vienen de la Estación de Retorno y los 533 que vienen de la estación Juan Rey (ver Figura 154). Cabe aclarar que la estación Juan Rey solo fue analizada a nivel de factibilidad en la presente consultoría, ya que así lo solicitan los términos de referencia de contratación, sin embargo, el equipo profesional de la

especialidad de Tránsito y Transporte consideró adecuado incluir la demanda que generará esta estación dentro de los análisis hechos para la determinación de las medidas de intervención alrededor de la estación, ya que equivale a la situación más crítica de demanda para el Cable San Cristóbal.

Figura 154. Demanda potencial año cero



Fuente: Análisis de demanda CONTRATO DE CONSULTORÍA No. 1630 DE 2020, Consorcio CS

La implantación de la estación genera mejoramiento de los andenes que se encuentran alrededor de la estación. Dicho mejoramiento corresponde a generar una configuración de andenes con ancho efectivo de 2,8 mts, las demás dimensiones de las secciones transversales alrededor de la estación se mantienen con las dimensiones actuales incluyendo los andenes justo en frente de la manzana donde se implanta la estación.

Como parte de las intervenciones definidas en el año cero para favorecer la accesibilidad segura de los usuarios de la estación y teniendo en cuenta que el acceso peatonal a la estación se hará por la Carrera 12b Este, se plantea la generación de un par vial constituido por la Carrera 12b Este (sentido sur – norte) entre Calles 44b Sur y Calle 42a Sur y la Carrera 12a Este (sentido norte - sur) entre Calles 42a Sur y Calle 44b Sur (ver Figura 157). La sección transversal de estos dos tramos viales se mantiene igual a la condición actual.

Figura 155. Sección vial transversal actual Carrera 12a Este



Fuente: Elaboración propia (2022)

Figura 156. Sección vial transversal actual Carrera 12b Este



Fuente: Elaboración propia (2022)

Figura 157. Par vial propuesto alrededor de la estación año cero



Fuente: Elaboración propia (2022)

Como resultado del presente Estudio de Tránsito, el Consultor plantea el desarrollo de unas intervenciones que permitan realizar la transformación de la zona, de manera articulada con los proyectos del Distrito en la zona, desarrollados por las Secretarías de Hábitat u de Movilidad, llevando los NDS de los andenes, que hoy son deficitarios, a niveles aceptables para la movilidad de los peatones, con especial énfasis en el usuario con movilidad reducida.

El desarrollo del Contrato IDU 1630 de 2020, contempla el diseño para la construcción de las estaciones del Cable de San Cristóbal y la rehabilitación de los andenes opuestos a cada costado. Se estima que su desarrollo debe darse para entrar en funcionamiento en el año 2025. Se destaca que la intervención de los andenes de al frente, en esta unidad funcional, no consideran traslado de redes ni subterranización de las existentes, únicamente involucra el mejoramiento de la superficie de desplazamiento, así como la adecuación de rampas y escaleras de las entradas a los predios, garantizando la accesibilidad a los mismos.

La siguiente imagen, presenta el alcance de la intervención y los niveles de servicio imperantes en la zona para el año 2025, considerando la entrada en funcionamiento del Cable de San Cristóbal.

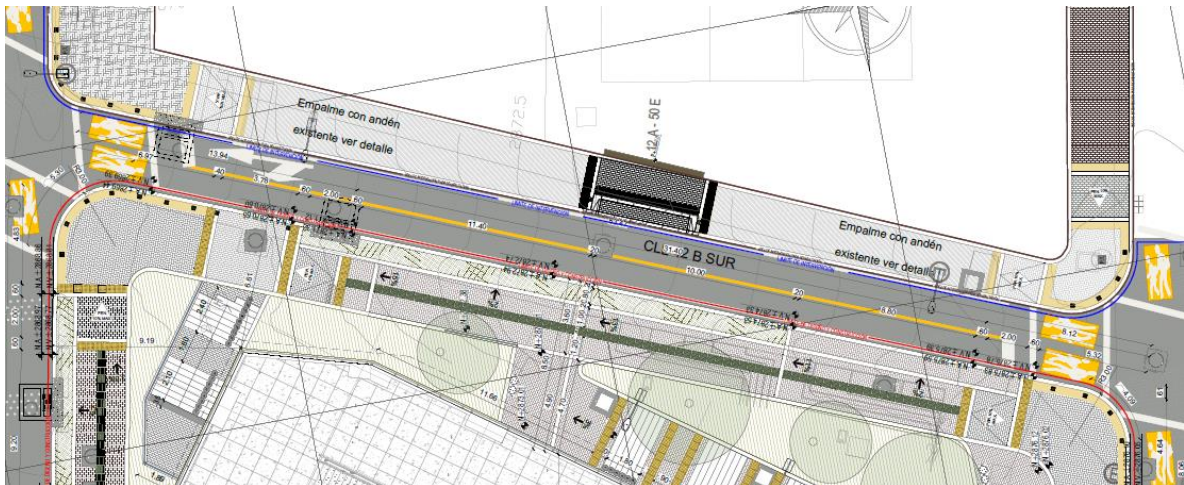
Figura 158. Área de intervención – Estación Altamira



Fuente: Elaboración propia (2022)

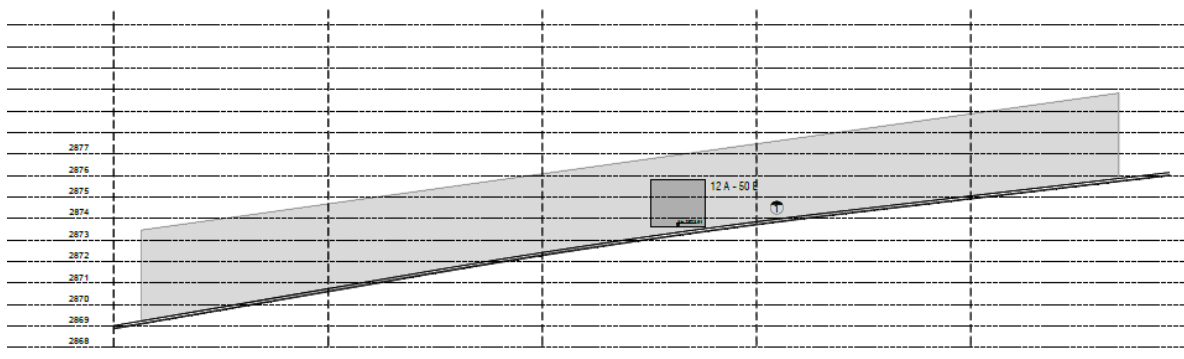
Con el fin de dar una mayor claridad del alcance de esta intervención, se presenta, a continuación, el detalle de las adecuaciones a cada costado de la estación de Altamira.

Figura 159. Planta Calle 42b Sur entre Carreras 12a y 12b Este



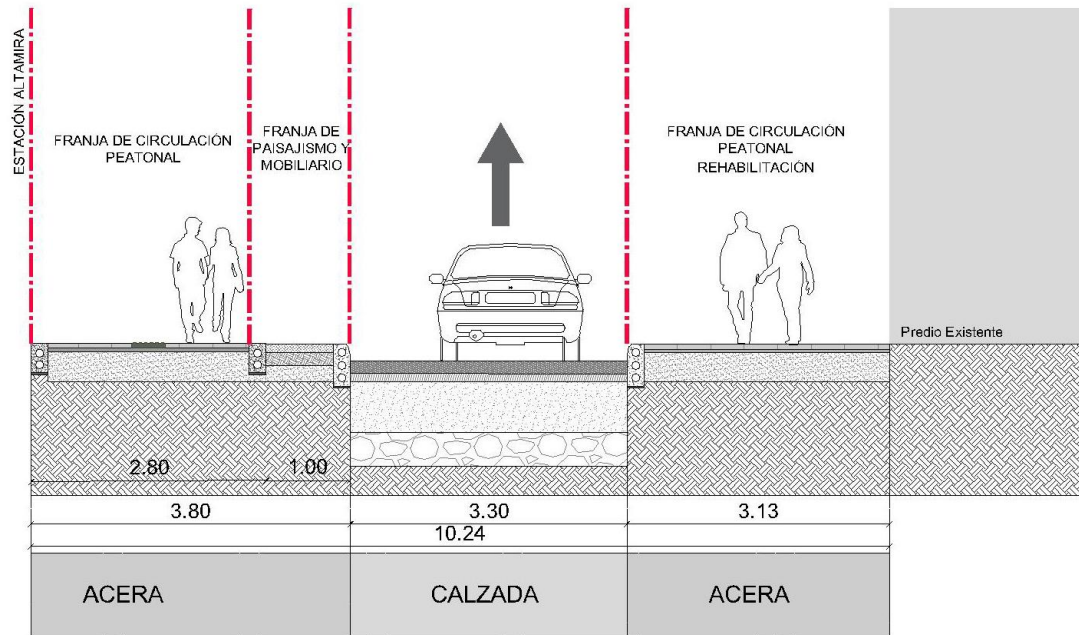
Fuente: Elaboración propia (2022)

Figura 160. Perfil longitudinal Calle 42b Sur entre Carreras 12a y 12b Este



Fuente: Elaboración propia (2022)

Figura 161. Sección transversal Calle 42b Sur entre Carreras 12a y 12b Este



Fuente: Elaboración propia (2022)

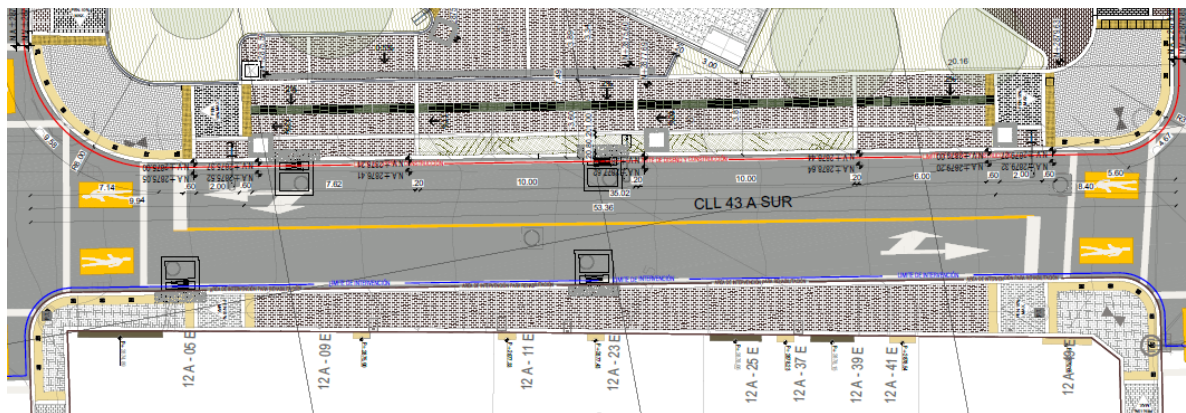
En el costado norte de la estación, localizado sobre la Calle 42b Sur entre Carreras 12a y 12b Este se construirá el andén de la estación y únicamente se realizará el empalme del andén opuesto existente, dado que este presenta condiciones de intervención recientes (como se aprecia en la siguiente imagen), conservando la sección transversal de la vía y el sentido unidireccional de la calzada. El ancho del andén opuesto actualmente tiene un promedio total de 3,13 metros, sin embargo, para efectos de los análisis de los NDS se ha penalizado dicho ancho a solamente el 50% con el fin de representar los obstáculos actuales de mobiliarios como postes, señales y demás.

Figura 162. Estado actual andén opuesto Calle 42b Sur entre Carreras 12a y 12b Este



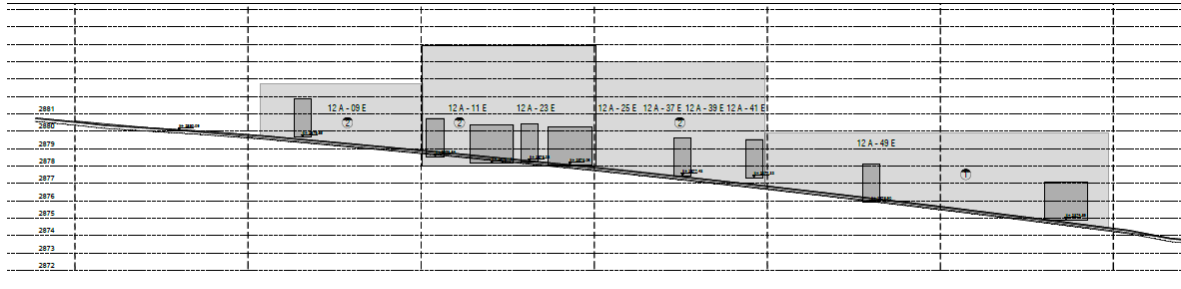
Fuente: Elaboración propia (2022)

Figura 163. Planta Calle 43a Sur entre Carreras 12a y 12b Este



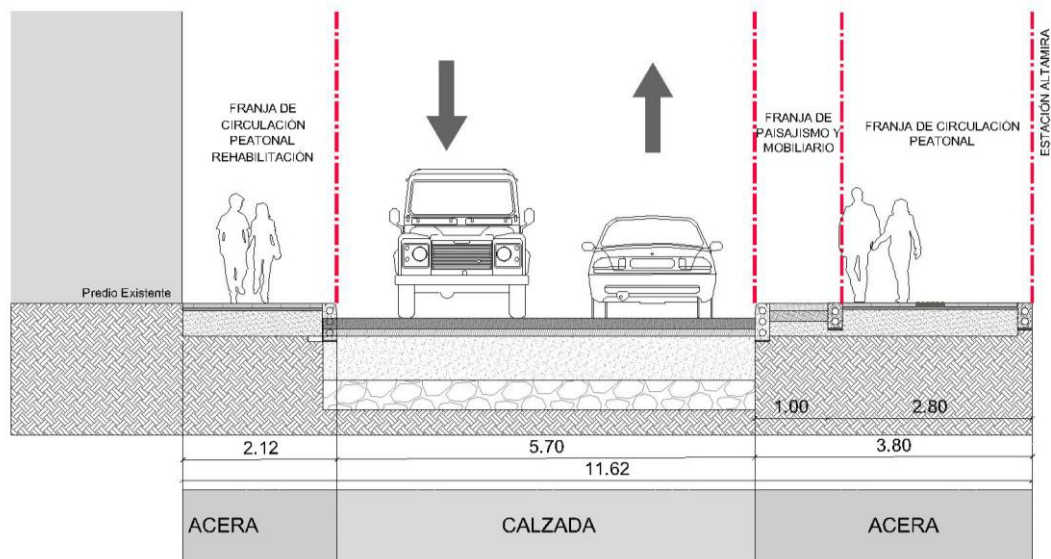
Fuente: Elaboración propia (2022)

Figura 164. Perfil longitudinal Calle 43a Sur entre Carreras 12a y 12b Este



Fuente: Elaboración propia (2022)

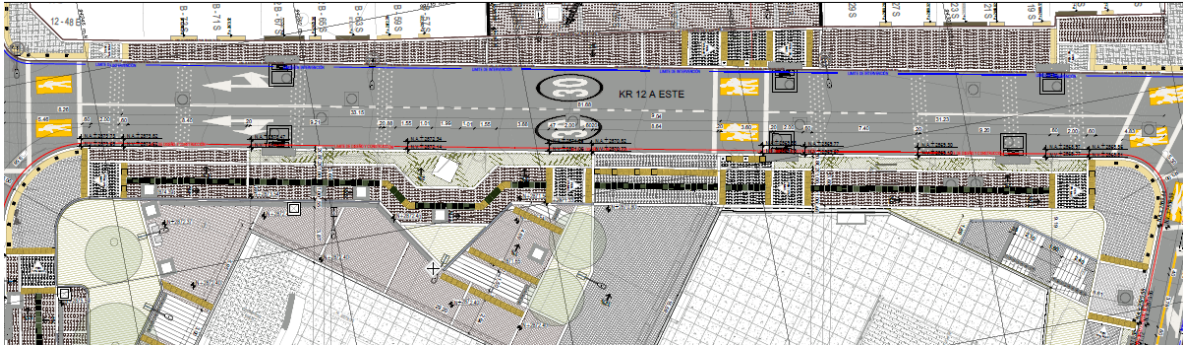
Figura 165. Sección transversal Calle 43a Sur entre Carreras 12a y 12b Este



Fuente: Elaboración propia (2022)

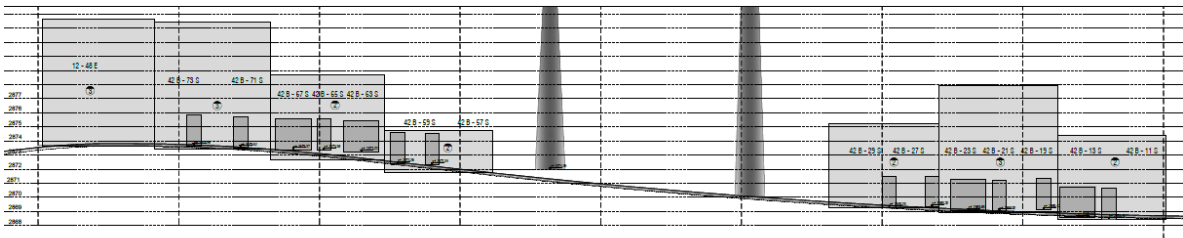
En el costado sur de la estación, localizado sobre la Calle 43a Sur entre Carreras 12a y 12b Este, se construirá el andén de la estación y se rehabilitará el andén opuesto, conservando la sección transversal de la vía y el sentido bidireccional de la calzada. El ancho del andén opuesto actualmente tiene un promedio total de 2,12 metros, sin embargo, para efectos de los análisis de los NDS se ha penalizado dicho ancho a solamente el 50% con el fin de representar los obstáculos actuales de mobiliarios como postes, señales y demás.

Figura 166. Planta Carrera 12a Este entre Calles 42b y 43a Sur - UF 1



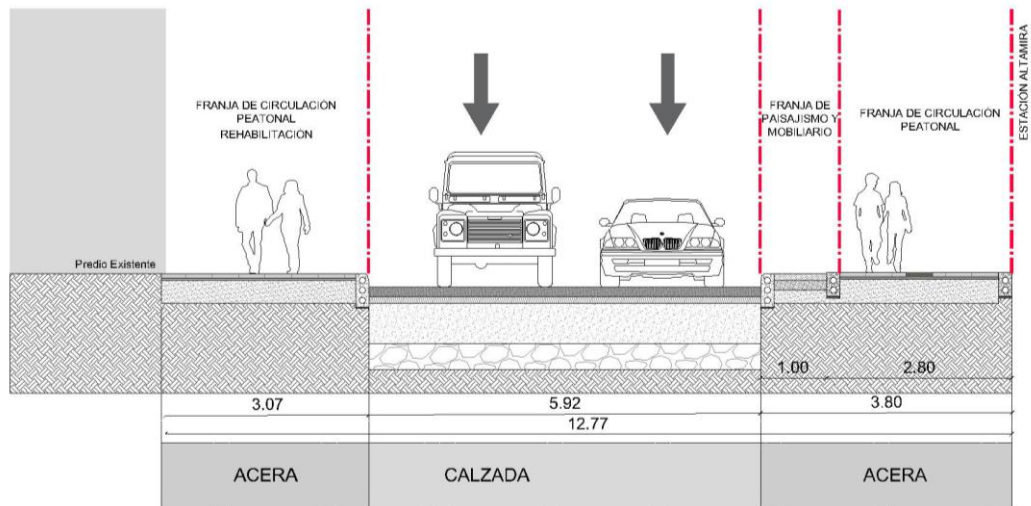
Fuente: Elaboración propia (2022)

Figura 167. Perfil longitudinal Carrera 12a Este entre Calles 42b y 43a Sur - UF 1



Fuente: Elaboración propia (2022)

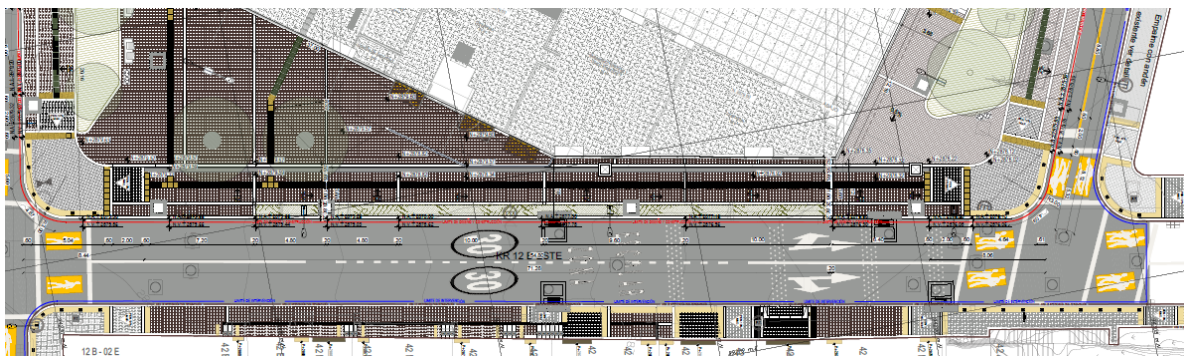
Figura 168. Sección transversal Carrera 12a Este entre Calles 42b y 43a Sur - UF 1



Fuente: Elaboración propia (2022)

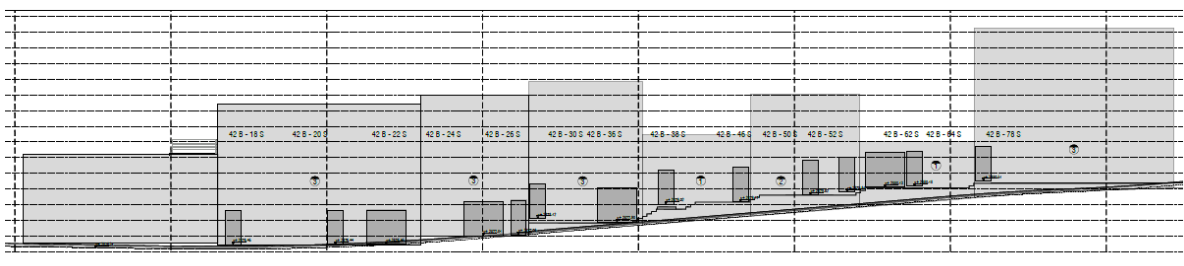
En el costado occidental de la estación, localizado sobre la Carrera 12a Este entre Calles 42b y 43a Sur, se construirá el andén de la estación y se rehabilitará el andén opuesto, conservando la sección transversal de la vía y cambiando a un sentido unidireccional de la calzada. El ancho del andén opuesto actualmente tiene un promedio total de 3,07 metros, sin embargo, para efectos de los análisis de los NDS se ha penalizado dicho ancho a solamente el 50% con el fin de representar los obstáculos actuales de mobiliarios como postes, señales y demás. Parte de este andén será intervenido para la construcción del espacio público de las pilonas 21 y 22 del Cable.

Figura 169. Planta Carrera 12b Este entre Calles 42b y 43a Sur - UF 1



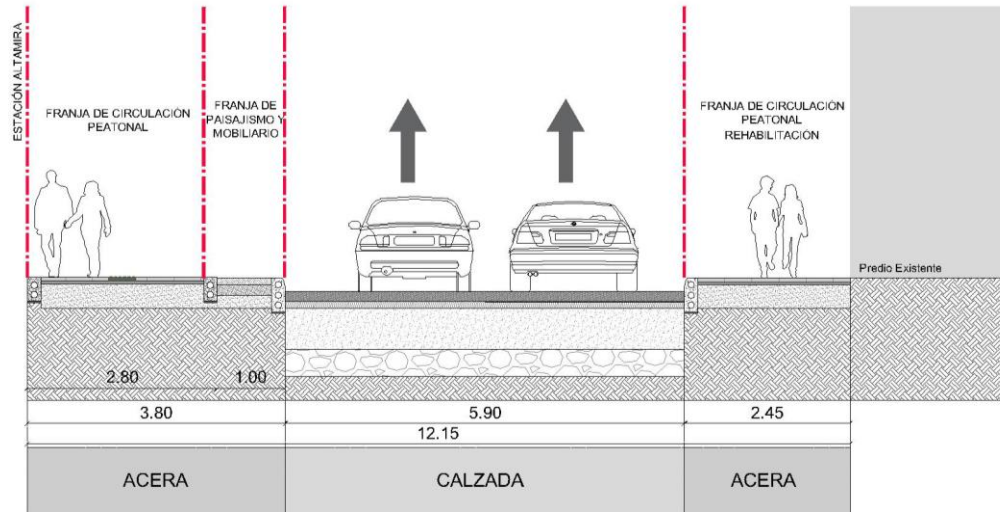
Fuente: Elaboración propia (2022)

Figura 170. Perfil longitudinal Carrera 12b Este entre Calles 42b y 43a Sur - UF 1



Fuente: Elaboración propia (2022)

Figura 171. Sección transversal Carrera 12b Este entre Calles 42b y 43a Sur - UF 1



Fuente: Elaboración propia (2022)

En el costado oriental de la estación, localizado sobre la Carrera 12b Este entre Calles 42b y 43a Sur, se construirá el andén de la estación, conservando la sección transversal de la vía y cambiando a un sentido unidireccional de la calzada. El ancho del andén opuesto actualmente tiene un promedio total de 2,45 metros, sin embargo, este no será intervenido ya que hace parte del futuro nodo logístico de Altamira y, por tanto, será reconstruido en el marco de otros proyectos del Distrito, tal como se puede apreciar en la siguiente imagen.

Figura 172. Nodo logístico de Altamira – Costado oriental Estación de retorno



Fuente: Secretaría Distrital del Hábitat (2022)

Adicionalmente, como parte de las intervenciones planteadas para el año cero, se plantea la adecuación de la señalización horizontal y vertical para las intersecciones dentro de la zona de influencia definida para la estación en términos de tránsito. Es importante señalar, como fue indicado en el Capítulo 7 DEFINICIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA del presente documento, que esta área discrepa de la definida como límite para las intervenciones de urbanismo de construcción y rehabilitación, ya que estas únicamente consideran los andenes de la manzana que contiene la estación (construcción) y los opuestos a cada costado (rehabilitación, cuando aplica), mientras que el área para diseño de señalización y demarcación considera ejes transversales más amplios en los cuales se debe advertir a los diferentes usuarios de las nuevas condiciones de regulación y circulación en el sector.

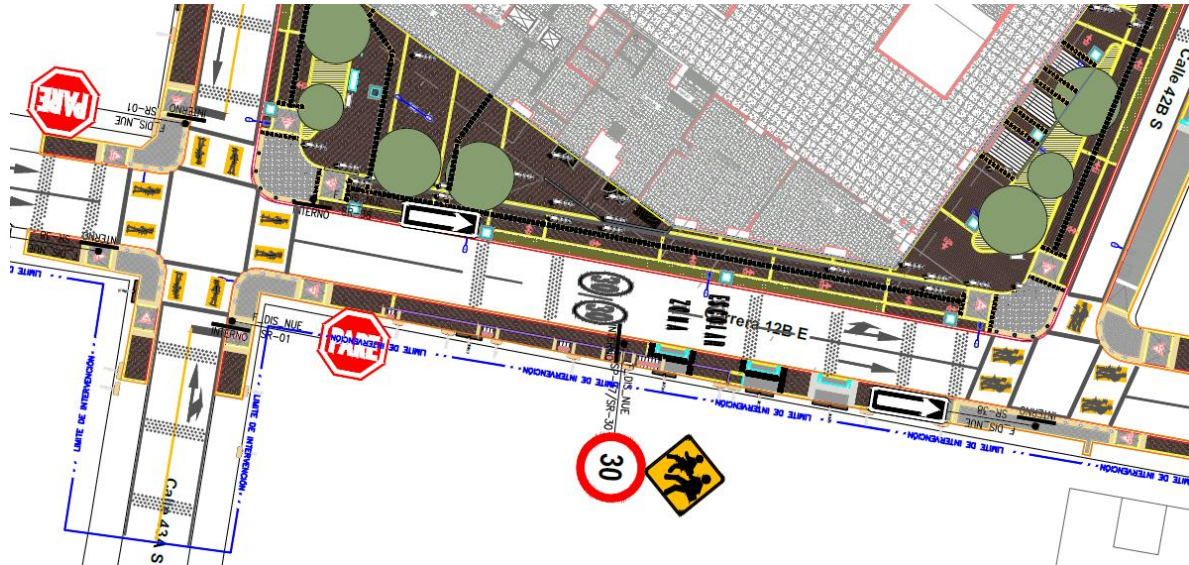
Con este fin, se plantea la instalación de reductores de velocidad tipo taches en las intersecciones de la zona de influencia, esto con el fin de limitar la velocidad vehicular y dar mayor prioridad y seguridad al peatón. En los planos de señalización entregados como anexo al presente documento se detalla la señalización planteada. A continuación, a modo de esquema se presentan las intervenciones de señalización.

Figura 173. Esquema señalización planteada corredor Carrera 12a Este



Fuente: Elaboración propia (2022)

Figura 174. Esquema señalización planteada corredor Carrera 12b Este



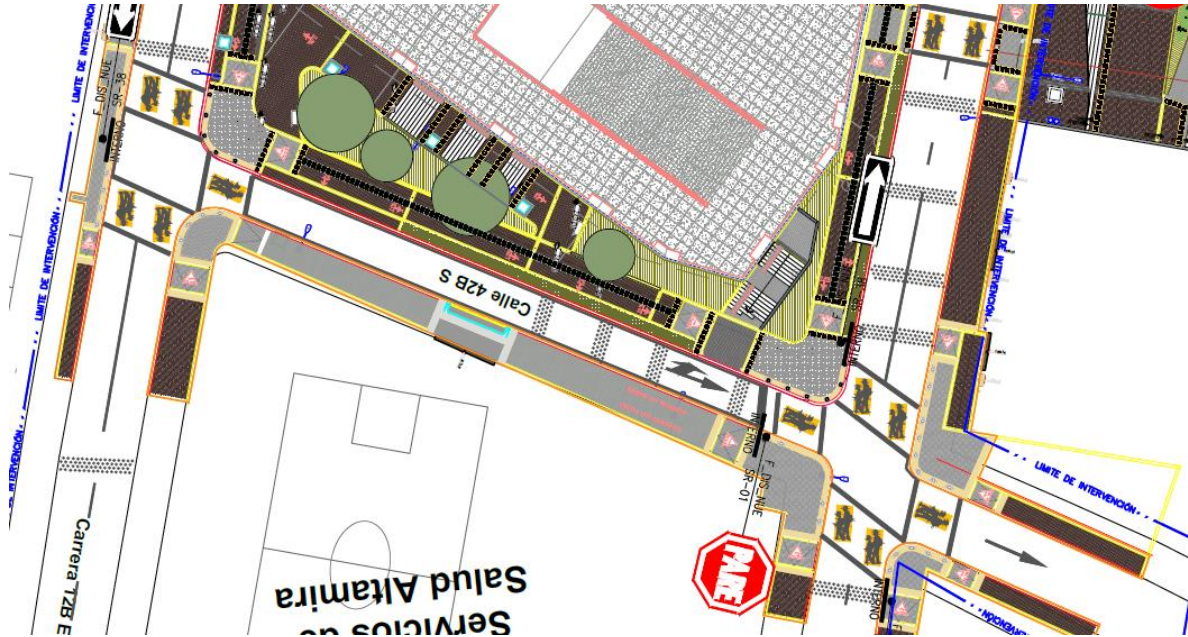
Fuente: Elaboración propia (2022)

Figura 175. Señalización intersecciones alrededor de la estación sobre la Calle 43a Sur



Fuente: Elaboración propia (2022)

Figura 176. Señalización intersecciones alrededor de la estación sobre la Calle 42b Sur



Fuente: Elaboración propia (2022)

Otro aspecto a tener en cuenta, es que debido al cambio a vías unidireccionales de los tramos viales de la 12a Este y 12b Este puede provocarse un aumento en la velocidad de los vehículos que por allí circularán, por lo cual, como medida de mitigación se plantea la instalación de franjas de reductores de velocidad tipo tache a lo largo de estos corredores. La localización de dichas franjas de reductores se muestra en detalle en los anexos que corresponden a los planos de señalización y en los esquemas presentados en la Figura 175.

Adicionalmente, el tener vías unidireccionales puede generar un fenómeno de estacionamiento en vía, el cual en la actualidad no es tan común en el sector. Sin embargo, como parte de las medidas de mitigación de este fenómeno se hace necesario un control estricto por parte de las autoridades locales y distritales, una adecuada señalización de las zonas indicando los horarios de cargue y descargues permitidos y un compromiso de toda la comunidad del sector.

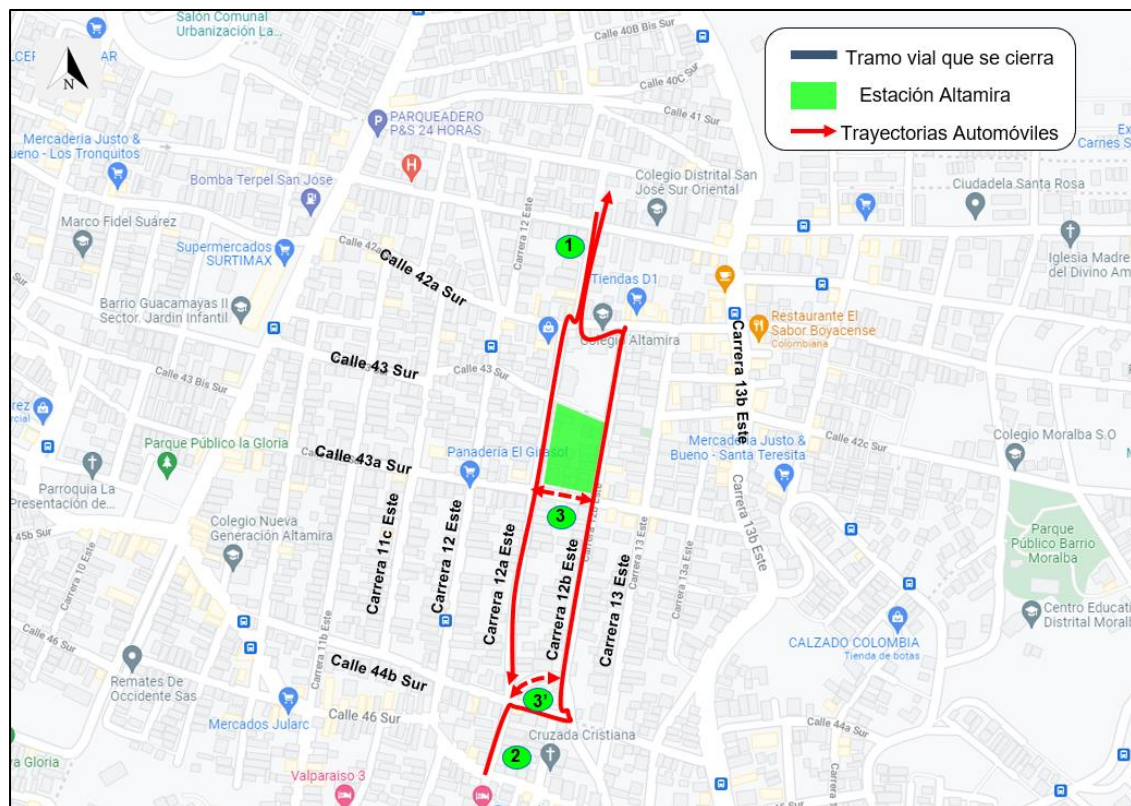
Asimismo, los cambios a vías unidireccionales provocarán que algunos movimientos vehiculares y peatonales cambien con relación a la situación actual. A continuación, se detallan las nuevas trayectorias desagregadas por modo que se presentarán debido a los ajustes viales y medidas planteadas.

➤ Automóviles y motos

Los vehículos (autos y motos) que en la actualidad circulan por el corredor de la Carrera 12b Este en sentido norte - sur y ya no lo podrán hacer en el tramo comprendido entre la Calle 42a Sur y la Calle 44 b Sur, deberían realizar los siguientes sobre recorridos:

- Automóviles y motos que circulan en sentido norte sur por la Carrera 12b Este continuarán por dicho corredor hacia el sur (ya no podrán usar la Carrera 12b Este, ya que tendrá sentido sur-norte) (opción 1 en la Figura 177) . Este sobre recorrido no generaría ninguna distancia adicional en los recorridos. Los sobre recorridos se producen para aquellos usuarios o personas que vivan sobre el corredor de la Carrera 12b Este (opción 3 en la Figura 177), dichos sobre recorridos equivalen a una distancia entre 210 y 420 mts.
- Automóviles y motos que circulan en el sentido sur-norte y lo hacían por la Carrera 12a Este y ya no lo podrán hacer debido a que dicho eje se convierte unidireccional en sentido norte – sur, deben tomar la Calle 44b Sur y tomar la Carrera 12b Este para continuar hacia el norte (opción 2 en la Figura 177) . Los sobre recorridos se producen para aquellos usuarios o personas que vivan sobre el corredor de la Carrera 12a Este (opción 3 en la Figura 177), dichos sobre recorridos equivalen a una distancia entre 230 y 450 mts.
- En el sentido oriente – occidente, no se produce ningún cambio en la circulación debido a los ajustes de sentidos planteados en este horizonte de tiempo.

Figura 177. Sobre recorridos circulación norte – sur y viceversa año cero.



Fuente: Elaboración propia (2022)

➤ Transporte público

Las intervenciones viales que se plantean para el año cero no afectan el trazado de ninguna de las rutas de transporte público que circulan por la zona de influencia de la estación, ya que estas siguen circulando tal como lo hacen en la actualidad por los ejes viales de la Carrera 12 Este y Carrera 13 Este y tampoco se plantea la reubicación de ningún paradero (ver Figura 178). Los paraderos que se encuentran principalmente dentro de la zona influencia directa de la estación son: los que están ubicados sobre la Carrera 12 Este (código 174A13 y 467A13) entre Calles 42a Sur y Calles 44b Sur, los otros dos ubicados en la Carrera 13 Este (código 370A13 y 466A13) Calles 42a Sur y Calles 44b Sur.

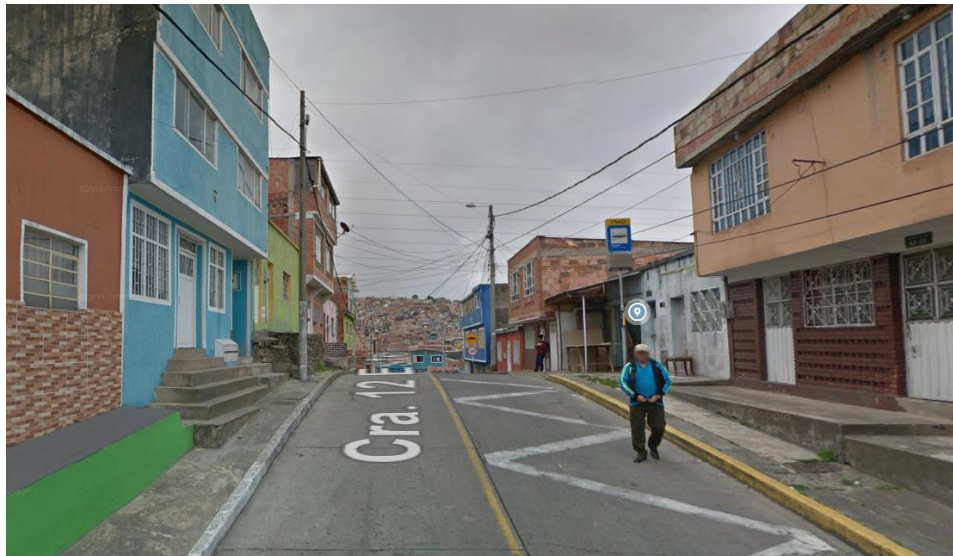
El estado actual de estos paraderos se muestra en la Fotografía 16, Fotografía 17, Fotografía 18 y Fotografía 19 y deja ver que actualmente se encuentran en buen estado, cuentan con adecuada visibilidad, no existen zonas de cargue y descargue cercanas,

Figura 178. Paraderos alrededor de la estación de retorno



Fuente: Elaboración propia (2022)

Fotografía 16. Paradero 174A13



Fotografía 17. Paradero 467A13



Fotografía 18. Paradero 466A13



Fotografía 19. Paradero 370A13



➤ *Peatones*

Las intervenciones planteadas dentro de la zona de influencia de la estación, y que hacen parte del alcance contractual de la presente consultoría para ser realizados sus diseños a detalle para su posterior construcción, se complementan con las intervenciones urbanísticas propuestas alrededor de la manzana de implantación de la futura estación intermedia. En la a los cuales se les realizará una rehabilitación, en los casos que aplique, para que se asegure la continuidad y las medidas urbanísticas necesarias para garantizar una circulación cómoda de los peatones. El detalle de estas intervenciones se presenta en los anexos de los planos de urbanismo entregados junto con este documento.

Figura 179 se muestran los andenes alrededor de la estación a los cuales se les realizará una rehabilitación, en los casos que aplique, para que se asegure la continuidad y las medidas urbanísticas necesarias para garantizar una circulación cómoda de los peatones. El detalle de estas intervenciones se presenta en los anexos de los planos de urbanismo entregados junto con este documento.

Figura 179. Área de construcción y de rehabilitación de andenes – Estación Altamira



Fuente: Diseño urbanístico consultoría (2022)

A diferencia de los automóviles y motos que sufrirán algunos sobre recorridos debido a la unidireccionalidad propuesta en la Carrera 12a este y la Carrera 12b Este, los peatones podrán seguir efectuando los mismos trayectos, pero con una infraestructura peatonal adecuada, con intersecciones con la señalización horizontal y vertical adecuada en cada intersección.

➤ Transporte de carga

Los vehículos de carga que circulan por la zona de influencia de la estación, y que circulen por la Carrera 12a Este y 12b Este tendrán que realizar los mismos desvíos que se plantean para los automóviles y motos (ver Figura 177). Adicionalmente el proceso de cargue y descargue especialmente en los tramos viales de la Carrera 12a Este y Carrera 12b Este se deberá realizar en los horarios establecidos por la norma vigente, sin que eso signifique que se genere un estacionamiento desordenado de este tipo de vehículos en estos corredores viales.

En términos generales se observa que el rendimiento y operación vehicular no se ve afectado en gran medida debido a los ajustes propuestos a la infraestructura vial, lo cual muestra que las propuestas permiten una redistribución adecuada de las diferentes tipologías vehiculares y que a pesar que hay dos puntos con NDS críticos estos solo se darían en años más adelante de operación.

Tabla 61. NDS intersección y movimiento año 2025 con proyecto e intervenciones - AM

No	Intersección	Long. Cola Prom. (m)	Demora (Seg)	Nivel de Servicio	Acceso	Movimiento (RILSA)	Long. Cola Prom. (m)	Demora (Seg)	Nivel de Servicio
1	KR. 11 Este X Cll. 42 Sur	3,5	6,1	A	NORTE	1	0,6	5,0	A
						5	0,3	3,0	A
						91	0,2	1,9	A
					SUR	2	3,7	3,6	A
						6	3,6	2,9	A
						92	2,6	7,7	A
					OESTE	3	6,0	11,7	B
						7	5,7	16,1	C
						93	3,8	9,1	A
					ESTE	4	6,5	9,3	A
						8	5,4	16,3	C
2	KR. 12A Este X Cll. 42A Sur	0,4	0,9	A	SUR	-	-	-	-
						-	-	-	-
					OESTE	3	0,1	2,2	A
						93	0,1	2,8	A

No	Intersección	Long. Cola Prom. (m)	Demora (Seg)	Nivel de Servicio	Acceso	Movimiento (RILSA)	Long. Cola Prom. (m)	Demora (Seg)	Nivel de Servicio
					ESTE	4	0,6	1,2	A
						8	0,9	0,2	A
3	Cll. 42A Sur X KR. 12A Este	0,2	3,9	A	NORTE	5	0,3	11,1	A
						91	0,3	9,0	B
					OESTE	3	0,2	0,2	A
						7	0,3	0,9	A
					ESTE	4	0,2	3,9	A
						94	0,2	2,7	A
4	KR. 12 Este X Cll. 43A Sur	0,5	6,4	A	NORTE	1	1,3	13,3	B
						5	1,0	9,4	A
						91	1,0	7,0	A
					SUR	-	-	-	-
						-	-	-	-
						-	-	-	-
					OESTE	3	0,0	0,8	A
						-	-	-	-
						93	0,0	1,8	A
					ESTE	4	0,1	0,8	A
5	KR. 13B Este X Cll. 43A Sur	4,4	5,7	A	NORTE	1	6,7	12,7	B
						91	6,5	18,1	C
					SUR	2	5,9	2,4	A
						6	5,7	3,0	A
					OESTE	7	0,3	6,1	A
						93	0,2	5,3	A
6	KR. 11 Este X Cll. 45A Sur	0,4	3,1	A	NORTE	1	1,7	7,8	A
						91	1,7	5,9	A
					SUR	2	0,0	0,2	A
						6	0,1	1,3	A
					OESTE	7	0,1	2,1	A
						93	0,0	2,0	A
7		1,0	7,1	A	NORTE	1	3,1	9,1	A

No	Intersección	Long. Cola Prom. (m)	Demora (Seg)	Nivel de Servicio	Acceso	Movimiento (RILSA)	Long. Cola Prom. (m)	Demora (Seg)	Nivel de Servicio
	KR. 12 Este X Cl. 44B Sur					5	3,0	18,8	C
						91	2,6	21,7	D
					SUR	2	0,3	4,7	A
						6	0,3	5,3	A
						92	0,2	5,3	A
					OESTE	3	0,0	0,4	A
						7	0,0	2,2	A
						93	0,0	0,8	A
					ESTE	4	0,0	1,0	A
						8	0,0	1,5	A
94	0,0	0,4	A						
8	KR. 11B Este X Cl. 46 Sur	1,1	6,2	A	NORTE	1	0,4	7,6	A
						5	2,1	11,4	B
						91	0,4	6,3	A
					SUR	2	2,0	12,1	B
						6	5,9	13,0	B
						92	2,0	10,0	B
					OESTE	3	0,1	0,5	A
						7	0,1	1,3	A
						93	0,1	0,7	A
					ESTE	4	0,0	0,6	A
8	0,0	1,6	A						
94	0,0	0,6	A						
9	KR. 13B Este X Cl. 42A Sur	1,9	3,3	A	NORTE	1	1,4	6,0	A
						5	1,4	3,7	A
						91	1,4	2,4	A
					SUR	2	3,7	1,3	A
						6	3,7	1,1	A
						92	4,7	0,4	A
					OESTE	3	0,2	4,2	A
						7	0,9	11,8	B
						93	0,2	10,7	B
					ESTE	4	0,2	12,3	B

No	Intersección	Long. Cola Prom. (m)	Demora (Seg)	Nivel de Servicio	Acceso	Movimiento (RILSA)	Long. Cola Prom. (m)	Demora (Seg)	Nivel de Servicio
						8	0,2	10,9	B
						94	2,5	16,4	C

Fuente: Elaboración propia (2022)

Tabla 62. NDS intersección y movimiento año 2025 con proyecto e intervenciones - PM

No	Intersección	Long. Cola Prom. (m)	Demora (Seg)	Nivel de Servicio	Acceso	Movimiento (RILSA)	Long. Cola Prom. (m)	Demora (Seg)	Nivel de Servicio
1	KR. 11 Este X Cll. 42 Sur	16,7	28,6	D	NORTE	1	3,0	12,9	B
						5	2,3	3,7	A
						91	1,4	8,3	A
					SUR	2	0,9	3,9	A
						6	0,5	0,9	A
						92	0,3	6,6	A
					OESTE	3	63,7	50,9	F
						7	62,8	50,2	F
						93	57,1	50,4	F
2	KR. 12A Este X Cll. 42A Sur	0,6	1,1	A	SUR	4	4,1	15,6	C
						8	2,6	11,6	A
					OESTE	94	1,9	6,4	A
						-	-	-	-
					ESTE	-	-	-	-
						3	0,1	3,1	A
					OESTE	93	0,1	2,5	A
						4	0,9	1,8	A
						8	1,3	0,2	A
3	Cll. 42A Sur X KR. 12A Este	0,3	6,4	A	NORTE	5	0,7	9,6	A
						91	0,7	15,3	C
					OESTE	3	0,1	0,4	A
						7	0,2	2,1	A
					ESTE	4	0,2	4,9	A
						-	-	-	-

No	Intersección	Long. Cola Prom. (m)	Demora (Seg)	Nivel de Servicio	Acceso	Movimiento (RILSA)	Long. Cola Prom. (m)	Demora (Seg)	Nivel de Servicio
						94	0,2	2,8	A
4	KR. 12 Este X Cl. 43A Sur	1,0	10,9	B	NORTE	1	2,7	17,0	C
						5	2,3	12,3	B
						91	2,3	8,7	A
					SUR	-	-	-	-
						-	-	-	-
						-	-	-	-
					OESTE	3	0,0	1,8	A
						-	-	-	-
						93	0,0	0,1	A
					ESTE	4	0,0	1,1	A
						8	0,0	0,3	A
						-	-	-	-
5	KR. 13B Este X Cl. 43A Sur	9,0	14,9	B	NORTE	1	24,3	21,2	C
						91	22,8	35,0	E
					SUR	2	4,4	2,3	A
						6	4,3	3,7	A
					OESTE	7	1,7	7,3	A
						93	1,6	9,2	A
6	KR. 11 Este X Cl. 45A Sur	0,5	3,5	A	NORTE	1	2,1	8,2	A
						91	2,1	5,9	A
					SUR	2	0,0	0,1	A
						6	0,1	1,2	A
					OESTE	7	0,1	2,1	A
						93	0,0	1,8	A
7	KR. 12 Este X Cl. 44B Sur	1,1	13,5	B	NORTE	1	3,5	19,2	C
						5	3,5	22,0	C
						91	2,6	10,0	A
					SUR	2	0,5	4,6	A
						6	0,4	5,0	A
						92	0,3	4,9	A
					OESTE	3	0,0	0,2	A
						7	0,0	0,0	A

No	Intersección	Long. Cola Prom. (m)	Demora (Seg)	Nivel de Servicio	Acceso	Movimiento (RILSA)	Long. Cola Prom. (m)	Demora (Seg)	Nivel de Servicio
					ESTE	93	0,0	0,2	A
						4	0,0	1,3	A
						8	0,0	0,3	A
						94	0,0	0,4	A
8	KR. 11B Este X Cl. 46 Sur	2,5	8,4	A	NORTE	1	3,2	8,9	A
						5	11,6	16,0	C
						91	3,2	12,7	C
					SUR	2	1,9	12,6	B
						6	5,4	12,6	B
						92	1,9	9,7	A
					OESTE	3	0,5	1,8	A
						7	0,8	1,9	A
						93	1,2	6,8	A
					ESTE	4	0,0	0,6	A
						8	0,0	2,5	A
						94	0,0	0,0	A
9	KR. 13B Este X Cl. 42A Sur	8,9	19,3	C	NORTE	1	29,7	28,4	D
						5	30,5	21,1	C
						91	29,7	13,9	B
					SUR	2	3,4	1,4	A
						6	3,4	1,1	A
						92	4,3	0,7	A
					OESTE	3	0,5	15,5	C
						7	2,2	13,5	B
						93	0,5	35,4	E
					ESTE	4	0,0	11,9	B
						8	0,0	29,7	D
						94	0,6	6,8	A

Fuente: Elaboración propia (2022)

A nivel peatonal, se obtuvo la asignación de flujos para el escenario 2025 con proyecto e intervención de infraestructura. Dichos resultados muestran como los corredores peatonales son los que presentan mayor carga peatonal, justificando de esta forma su implementación y la puesta en funcionamiento de la conexión por la Calle 42c Sur hacia la Carrera 12b E (conexión que en la actualidad no existe), ya que ofrecen un camino seguro y directo hacia la estación principalmente desde el costado norte y oriente que es donde se concentran la mayor cantidad de futuros usuarios de la estación. También se observa una concentración alta de flujos peatonales sobre los andenes de la futura Circunvalar de Oriente y sobre los andenes de la Calle 42a Sur. El eje vial de la Calle 43a Sur se carga también de forma significativa, pero sin alcanzar los flujos que se logran en los corredores mencionados anteriormente.

Figura 180. Resultados asignación peatonal año 2025



Fuente: Elaboración propia (2022)

Los resultados de NDS para zonas de espera peatonal, muestran que las intervenciones a nivel de infraestructura propuestas para el año 2025 permiten un buen desempeño de la infraestructura existente, desempeño que se mantienen hasta el año 2035, permitiendo tener en la mayoría de andenes NDS A que caen hasta C en algunos casos solo hasta el año 2035. En algunos tramos para el año cero parecen NDS F, pero esto se debe a que en dichos tramos no existe la continuidad adecuada en andenes por lo cual, aunque para el año cero hasta el año 2035 no se planteó ninguna ampliación de andenes o cambio en las secciones transversales existentes, si es necesario en algunos tramos de andenes realizar un mejoramiento de las condiciones de la superficie y de continuidad para asegurar el correcto desplazamiento de los peatones.

Al igual que para el año 2025 la mayoría de NDS son A, mostrando una vez más las bondades de la propuesta para la correcta operación y desplazamiento de los flujos peatonales y las ventajas de contar con secciones viales de vías unidireccionales y andenes anchos que sean capaces de soportar los altos

volúmenes de flujo que circularán por la zona para este periodo de análisis. Sin embargo, en los andenes de la Circunvalar de Oriente el NDS obtenido es F, lo cual muestra una alerta sobre la configuración propuesta en dicho proyecto de la infraestructura peatonal, dejando ver que dicha configuración no posee las condiciones suficientes para soportar el flujo peatonal adicional que llegará atraído por la estación de retorno. Los corredores viales totalmente peatonalizados muestran NDS A para la Carrera 12b Este y Carrera 12a Este NDS C para el corredor transversal de la Calle 42c Sur y Calle 43 Sur.

En conclusión, los resultados obtenidos muestran que las intervenciones propuestas tanto a nivel de infraestructura vehicular, así como a nivel de infraestructura peatonal funcionan de forma eficiente para el cero de operación hasta el año 10 y son capaces de soportar los flujos vehiculares, y peatonales que circularán por la zona producto del crecimiento normal de los viajes por cada uno de los diferentes modos y de los viajes que serán atraídos por el sistema cable. A partir del año 15 ya se hace necesario contar con una infraestructura peatonal más robusta que soporte y ofrezca condiciones adecuadas de accesibilidad y comodidad a los peatones que circularán por la zona, en este caso la infraestructura peatonal exclusiva propuesta presenta NDS entre A y C para el año 20 de operación mostrando un comportamiento adecuado ante los flujos peatonales a los que se verá sometido durante la operación de la estación.

Por otro lado, a pesar de los cambios en algunos sentidos viales y convertir varios tramos viales en vías unidireccionales, la redistribución vehicular que se produce muestra una operación eficiente, lo cual se refleja en NDS en intersecciones viales que están en A, B o C. Solo se identifican NDS ineficientes (E) en la intersección de la futura Avenida Circunvalar de Oriente entre Calles 42a Sur debido a la presencia del semáforo que se prone en dicha intersección y en los andenes que se ubican entre las Calles 42 a Sur y 43a Sur, lo cual muestra que los anchos de andenes propuestos para dicho proyecto no presentarán la capacidad suficiente para soportar el flujo atraído por la estación de retorno.

Es de aclarar que las intervenciones aquí planteadas incluyen un área mucho más grande que el área que se definió como AID, sin embargo, el equipo Consultor consideró adecuado establecer propuestas que aseguraran una conectividad completa y sobre todo que garanticen la accesibilidad a la estación, generando corredores seguros de circulación peatonal y que su desarrollo también permita una operación adecuada de los flujos motorizados.

Parte de los análisis realizados muestran que el corredor peatonal propuesto que permite la comunicación oriente – occidente culmina sobre la futura Avenida Circunvalar de Oriente en la intersección con la Calle 42c Sur, intersección en la cual no existe continuidad hacia el sector oriental (barrio Moralba) debido a que el separador central sobre la Circunvalar es continuo en dicho punto. Esta condición de la infraestructura obliga a que los usuarios que estén en el costado oriental de la Avenida Circunvalar y quieran cruzar hacia el corredor peatonal del Calle 42C Sur no lo puedan hacer de forma directa (debido a que no hay un paso peatonal protegido en dicho punto) y deban caminar hacia cualquiera de las dos intersecciones semaforizadas que funcionaran sobre este corredor vial (intersección con la Calle 42a Sur o intersección con la Carrera 10ª Este). Dicha situación puede generar que algunos peatones prefieran no caminar hasta los pasos peatonales protegidos en las intersecciones semaforizadas, sino que crucen directamente sobre la vía hacia el separador, generando un punto crítico de siniestralidad y arriesgando sus vidas, además posiblemente la funcionalidad de

dicho corredor peatonal propuesto se vería mal utilizada ya que probablemente algunos peatones buscarían otros sectores para llegar a la estación.

Dada esa situación como parte de las recomendaciones y escenarios modelados, se plantea la para el año 20 de implementación de un puente peatonal que permita el cruce sobre la futura Avenida Circunvalar de Oriente y permita la conexión directa con el corredor peatonal propuesto en la calle 42c Sur y de esta forma generar la conexión directa con todo el sector oriente de la localidad.

Como un escenario alterno, se realizó la evaluación del impacto que tendría en los flujos motorizados no realizar la construcción de la Avenida Circunvalar de Oriente sobre la movilidad de la zona. Con este fin se creó un modelo para el año 2045 que no consideró dicha infraestructura. Los resultados obtenidos, en términos de niveles de servicio, se presentan en las siguientes tablas.

Los resultados obtenidos, demuestran la importancia que tiene para la movilidad de la zona, la futura ampliación de la Carrera 13b Este puesto que las intersecciones sobre este corredor, alcanzarían niveles de servicio muy crítico. Es decir, que este proyecto contribuye favorablemente al desarrollo del Cable de San Cristóbal.

12.2 ARTICULACIÓN DE LA BICICLETA CON LA ESTACIÓN DE RETORNO

Como parte de las estrategias de captación de demanda de usuarios que fueron mencionadas como recomendación en el análisis de demanda hechos durante la Fase 2 de la presente consultoría y además favorecer la intermodalidad, en la Estación de Retorno ubicada en el sector de Altamira se proyecta la generación de espacios de cicleros para aquellos usuarios que lleguen en bicicleta a la estación y quieran continuar su viaje usando el cable. Estos cicleros se encuentran en el costado sur de la futura estación cerca al corredor vial de la Calle 43a Sur muy cerca al acceso peatonal principal a la estación que se hace por la Carrera 12b Este. El acceso se hará por medio de una rampa de conexión que hace parte del urbanismo externo de la estación, ya que la vía y el acceso a la estación no se encuentran en el mismo nivel. En la Figura 181 se presenta la localización proyectada de los cicloparqueaderos; la cantidad de los mismos, es igual a los cupos establecidos para la Estación Intermedia.

Se proyectan un total de 184 cicleros para la estación de retorno, de acuerdo al crecimiento esperado para esta tipología en la zona, según el modelo econométrico presentado en el Capítulo 11. Este número equivale a una capacidad cercana al 70% de los cupos que se ofrecen actualmente en el Portal 20 de Julio, por tanto, se considera una cantidad más que suficiente, dado que no se espera una atracción muy importante de esta tipología a las estaciones del Cable, debido a la topografía compleja de la zona. Esta capacidad es mayor a la ofrecida en la Estación Intermedia, considerando la integración con la ciclorruta de la futura Avenida de Los Cerros.

En relación a permitir que en las cabinas puedan ser transportadas las bicicletas, esta es una definición que dependerá enteramente del Operador del Sistema Cable y del Ente Gestor. Sin embargo, el Consultor recomienda que las mismas sean adecuadas de manera tal que sí se posibilite esta opción, de allí la importancia que, además de la generación de los espacios de parqueo adecuados y seguros para que los usuarios, estos puedan incluir la bicicleta dentro del itinerario de su viaje en el cable.

Para el caso específico de las tipologías de infraestructura para bicicletas, se tendrán en cuenta los elementos complementarios y elementos informativos incluidos en la cartilla de mobiliario de Bogotá

años 2019. El cual cita:

“Son los elementos complementarios a la red de ciclo-infraestructura que facilitan la movilidad en bicicleta, aportando soluciones flexibles y seguras de estacionamiento. De este grupo hacen parte los ciclo parqueaderos y racks que pueden ser combinados, modulados o instalados de múltiples formas aportando flexibilidad a necesidades específicas. Estos elementos están especificados en tubería metálica o de acero, y fabricados bajo un proceso de estandarización”. En la Figura 182 se presenta un ejemplo esquemático de los cicleros a ser implementados.

Figura 181. Localización cicloparqueaderos Estación de Retorno



Fuente: Elaboración propia

Además de la infraestructura para dejar las bicicletas en la estación, también resulta fundamental la forma cómo accederán los usuarios de bicicleta a la estación y es allí donde el diseño de la señalización tanto horizontal y vertical resulta fundamental. Como parte de la presente consultoría se ha diseñado la señalización horizontal y vertical de las intersecciones dentro del área influencia del proyecto. Tanto los peatones como los ciclistas podrán seguir efectuando los mismos trayectos que realizan en la situación actual, solo que con la implementación de la estación lo harán cruzando intersecciones viales con la señalización horizontal y vertical adecuada y que cumple todas las normativas que rigen su implementación.

La señalización propuesta incluye la instalación de tachas reductoras de velocidad en todos los cruces dentro de la zona de influencia, junto con la demarcación de los respectivos pasos seguros de peatones y la implementación en toda la zona de una velocidad de circulación que no supere los 30 Kph.

Figura 182. Estacionamiento para bicicletas vertical en el sistema Transmilenio de Bogotá



Fuente: Guía de Ciclo-infraestructura para Ciudades Colombianas - Resolución 3258 de 2018

Además, como parte de las recomendaciones que se hacen en el presente estudio para las intervenciones propuestas después de los 20 años de implementación de la estación y teniendo en cuenta que el futuro corredor de la Avenida Circunvalar de Oriente contará con un corredor de ciclorruta bidireccional se plantea la generación de un par vial con prioridad ciclista para el año 2045 que permita la conexión entre dicha avenida y los tramos viales que conectan con la estación.

El par vial planteado se presenta entre los ejes viales de la Calle 41ª Sur (sentido oriente – occidente) y Calle 42 Sur (sentido occidente – oriente) y busca generar la conexión con la ciclorruta que se proyecta sobre la Avenida Circunvalar de Oriente y además permitir la conexión con el corredor peatonal propuesto para el año 2045 sobre la Carrea 12a Este y Carrera 12b Este.

Estas intervenciones permitirán fortalecer la circulación y el uso de la bicicleta en esta zona de la localidad que en la actualidad presenta un bajo uso de este modo y además fomentará la intermodalidad entre modos activos y el cable, lo cual se establece como uno de los principales objetivos de la construcción y puesta en operación de este tipo de sistemas de transporte.

13 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Este documento presentó el desarrollo metodológico adelantado por parte del Equipo Consultor para la elaboración del Estudio de Tránsito y Transporte, en el marco de la ACTUALIZACIÓN, AJUSTES Y COMPLEMENTACIÓN DE LA FACTIBILIDAD Y LOS ESTUDIOS Y DISEÑOS DEL CABLE AÉREO EN SAN CRISTÓBAL, EN BOGOTÁ D.C. El Estudio está enfocado en la localidad de San Cristóbal y contiene todo el diagnóstico y caracterización de la situación actual, incluyendo la calibración de los modelos de simulación microscópica, la representación de la situación futura con proyecto y el análisis y selección de las mejores alternativas de mitigación de los impactos que se prevén generará la construcción y operación de la Estación de Retorno ubicada en el sector de Altamira, con horizonte de planeación el año 2045. Al final se establecen las recomendaciones y conclusiones más importantes que deben ser tenidas en cuenta para la correcta implantación y operación de la estación.

La metodología formulada por el Consultor partió del alcance definido por el Anexo Técnico para el estudio, los lineamientos técnicos establecidos por la Secretaría Distrital de Movilidad y los lineamientos establecidos para estudios de tránsito en el “Manual de Planeación y Diseño para la Administración del Tránsito y Transporte” desarrollado por la firma Cal y Mayor y Asociados S.C., así como del conocimiento del Equipo Consultor del área de influencia, los estudios previos desarrollados e información primaria y secundaria habilitada por las entidades públicas y privadas.

A partir de su experticia para este tipo de estudios, el Consultor adelantó el presente Estudio de Tránsito y Transporte, por medio del desarrollo de 8 etapas que involucraron: la recolección de información primaria y secundaria, la definición de la zona de influencia del proyecto, la caracterización física y operacional, la representación de la situación actual sin proyecto, la representación de la situación futura con proyecto, la evaluación y selección de las soluciones de mitigación de los impactos a la movilidad como producto de la implantación de la estación y las recomendaciones finales para la futura implementación y operación exitosa del Proyecto.

La definición del Área de Influencia Directa (AID) tuvo en cuenta fundamentalmente la identificación de los sectores principales (intersecciones y andenes) por donde accederán los futuros usuarios a la estación, teniendo en cuenta que el acceso peatonal se hará por el corredor de la Carrera 12b Este. Otro factor tenido en cuenta en la delimitación del AID fue la identificación de los principales polos generadores y atractores de viaje ubicados alrededor de la manzana donde se ubicará la estación de retorno. Una vez identificados se realizó una reconstrucción de las trayectorias peatonales desde y hacia la estación con lo cual se identificaron los principales puntos por donde los peatones accederían al corredor de la Carrera 12b Este. Dichos puntos corresponden a las intersecciones de la Calle 42 Sur y Calle 43a Sur con Carrera 12b Este y la Calle 43 Sur con Carrera 12a Este. Por lo tanto, el AID quedó definida por las intersecciones de la Carrera 12a Este con Calle 42a Sur, Carrera 12a Este con Calle 43a Sur, Carrera 12a Este con Calle 43 Sur, Carrera 12b Este con Calle 42a Sur y Carrera 12b Este con Calle 43a Sur. Sin embargo, a pesar que las intersecciones anteriores se identificaron como prioritarias para asegurar el acceso a la estación, el AID se extendió para lograr un análisis de conexión con el eje vial de la Avenida Carrera 13b Este y a su vez se extendió hacia el sector sur para cubrir las intersecciones de la Carrera 12a Este y 12 este con la Calle 44b Sur, ya que en la actualidad por dicha calle circulan las rutas de transporte público del sector de Altamira y este proyecto entre sus muchas funcionalidades busca promover y facilitar la intermodalidad.

Para la definición del Área de Influencia Indirecta (AII) además de la definición de trayectorias peatonales desde y hacia los polos atractores y generadores de viajes, también se realizó un análisis y superposición de capas de información relacionada con categorías viales, rutas y paraderos de transporte público, identificación de intersecciones semaforizadas, localización y estadísticas de siniestralidad. Adicionalmente se identificaron posibles desvíos provocados por una eventual redistribución de flujos producto de una medida de mitigación del impacto en la movilidad peatonal y vehicular por la implantación de la estación. Por lo tanto, el AII quedó acotada al norte por la Calle 41ª Sur, al sur por la Calle 46 Sur, al oriente por la Avenida Carrera 13b Este y al occidente por la Carrera 11 Este. Finalmente, en esta zona sólo se evalúan indicadores operacionales para los flujos motorizados donde se contaba con información disponible y no se hace una evaluación intersección por intersección como si se realiza en el AID, entendiendo que los efectos causados por la congestión, demoras y demás condiciones preexistentes del tránsito en la zona, aunque pueden verse incrementados por la implementación de la estación no entrarán en el proceso de diseño a detalle que si se realiza en el AID, sin embargo, el estudio definió un conjunto de recomendaciones y estrategias que van más allá del AID para asegurar accesibilidad y disminuir los eventuales impactos producidos por la futura estación.

Una vez definida las áreas de estudio e intervención se realizó una revisión y análisis minucioso de la información primaria y secundaria recopilada. Dicho análisis permitió establecer que las condiciones físicas actuales de la infraestructura peatonal y vehicular en el AID de la futura Estación de Retorno no son adecuadas.

Para el caso de la infraestructura peatonal en varios sectores los andenes presentan algunas discontinuidades y el ancho efectivo no alcanza ni un metro, a esto se le suma que debido a las altas pendientes de la zona existen muchas rampas y escaleras de accesos a predios que provocan que los peatones prefieran bajarse a la vía para caminar de forma más cómoda (por ejemplo, Calle 43a Sur y Calle 42a Sur). Asimismo, las zonas de espera peatonal en muchas intersecciones no son adecuadas, o están invadidas por obstáculos (por ejemplo: postes de luz) y si a esto se le agrega que en muchas intersecciones la señalización horizontal (por ejemplo: pasos cebra) es deficiente o incluso nula, provoca aún que dichas zonas de espera sean sitios inseguros y poco usados por los peatones, provocando una vez más que estos prefieran esperar sobre la misma vía vehicular para poder cruzar.

La infraestructura vehicular de la zona funciona de forma bidireccional, lo cual hace que en todas las intersecciones viales se puedan realizar todos los movimientos (excepto en U), generando varios conflictos que se acrecientan con la presencia de peatones, ya que esto genera inseguridad y se aumenta la probabilidad de siniestros debido al pésimo estado de las zonas de espera y acumulación peatonal. Además, dada la condición que en muchos cruces la señalización horizontal es nula o deficiente, la autorregulación de la circulación de vehículos no se hace de forma adecuada.

La revisión de la información primaria de aforos tanto motorizados como no motorizados no mostraba picos marcados en la jornada de la mañana lo cual resultaba extraño para la zona especialmente cuando se contrastaba con información de años anteriores. Por lo tanto, fue necesario hacer una comparación con la información del Plan de Monitoreo de la SDM, con lo cual se pudo constatar un aplanamiento de dicho pico en la información tomada por el consultor. Dicho comportamiento puede ser explicado principalmente por el efecto de la pandemia sobre los flujos motorizados y no motorizados en la mañana ya que para las fechas en que se realizaron los aforos muchos colegios y universidades aún estaban en clases virtuales y un porcentaje considerable de los trabajadores aún continúan en la modalidad de teletrabajo. Por lo tanto, se hizo un ajuste de los datos mediante la

determinación de un factor de expansión de los datos primarios a partir de la información del Plan de Monitoreo con lo cual se logró reconstruir el pico de la mañana en los aforos.

Con base en el ajuste mencionado anteriormente, a nivel operativo se identificaron dos picos en la zona para el día típico. Dichos picos corresponden a las horas de 6:15 – 7:15 en la mañana y 17:45 – 18:45 en la tarde-noche. Para el día atípico de fin de semana el pico se identificó entre las 16:30 – 17:30. Además dentro de la caracterización de flujos vehiculares en las horas de máxima demanda se identificó que la Carrera 11 Este y la Avenida Carrera 13b Este son los ejes con mayor circulación vehicular y que concentran todas las rutas de transporte público del sector.

Adicionalmente se identificó infraestructura de regulación y control como señalización vertical y horizontal, que en su gran mayoría necesita mantenimiento, especialmente la señalización horizontal. La cobertura de rutas de alimentadoras y del sistema SITP Provisional y Concesionado es bastante amplia en la zona. Además, el análisis de validaciones deja ver una concentración de pasajeros considerable que usan los servicios del SITP en paraderos ubicados sobre la Avenida Carrera 13b Este y sobre la Carrera 11 Este. Asimismo, la revisión del transporte informal en la zona, muestra que este no tiene una presencia considerable en la zona, debido principalmente a que un alto porcentaje de los viajes desde y hacia las partes altas de la localidad están cubiertos por el sistema alimentador o por las rutas del SITP y no implica un costo adicional de los usuarios, como si podría generarse al usar el transporte informal.

La cobertura de rutas de alimentadoras y del sistema SITP Provisional y Concesionado es bastante amplia en la zona. Esto se debe principalmente a que en este sector se encuentra el portal 20 de Julio del sistema Transmilenio, el cual es fundamental en la operación del sistema de transporte público de la ciudad y por lo tanto se convierte en un nodo fundamental de conexión de todas las rutas del sistema, lo cual resulta positivo para la futura operación de la Estación de Transferencia. Además, el análisis de validaciones deja ver una concentración de pasajeros considerable que usan los servicios del SITP en paraderos ubicados sobre la Carrera 5ª y sobre la Carrera 3. Asimismo, la revisión del transporte informal en la zona, muestra que este tiene una presencia muy baja, debido principalmente a que un alto porcentaje de los viajes desde y hacia las partes altas de la localidad están cubiertos por el sistema alimentador o por las rutas del SITP y no implica un costo adicional de los usuarios, como si podría generarse al usar el transporte informal.

Con relación a la oferta de transporte público dentro de la zona de influencia directa e indirecta se cuenta con un total de 38 rutas de transporte público, 13 del SITP Implementado y 25 del SITP Provisional, con un recorrido promedio de 32 y 25 km respectivamente dentro del área de influencia indirecta total del proyecto. Además, se identificaron dentro del AII 15 paraderos. No obstante, conociendo que la zona se caracteriza por un alto porcentaje de viajes a pie, lo cual permite afirmar que existen usuarios con mayor disposición a caminar para tomar su ruta de transporte público del SITP, se encontró que hay un total de 8 paraderos adicionales a 500 metros y 53 paraderos adicionales 1.000 m para que los usuarios puedan continuar con sus respectivas etapas de viaje ya sea transbordo o caminata.

La siniestralidad en la zona es variable, ya que hay varias intersecciones con registros de siniestros. Los puntos que sobresalen con este indicador negativos son la Carrera 11 Este, Avenida Carrera 13B Este y Calle 46 Sur y sobre la calle 43a Sur en las inmediaciones de la ubicación de la estación se concentra 6 siniestros en promedio pro año con consecuencias graves (aunque no deja de ser un tema de análisis) de siniestros con muertos, principalmente en las intersecciones de la Avenida Carrera 13B Este con Calle 43a Sur, Calle 46 Sur con Carrera 11Bis A Este y Carrera 11 Este con Calle 43 Sur,

que coinciden con los tramos con mayor concentración de flujo vehicular. También se identificaron varios puntos de siniestralidad con heridos, especialmente para los corredores de la Avenida Carrera 13B Este y Carrera 11 Este. Finalmente, al revisar los registros por tipo de siniestro se observa que el de mayor presencia es la categoría choque (72%), seguido de la categoría atropello (25%), volcamiento y caída del ocupante con 2% cada uno.

El proceso de construcción de la malla vehicular y la infraestructura peatonal utilizada para elaborar y calibrar el modelo de microsimulación se estructuró con base en el inventario de infraestructura realizado por el equipo consultor. La red vehicular evaluada y calibrada correspondió a la malla vial que estaba dentro del AII y la red peatonal modelada y calibrada correspondió a la infraestructura peatonal ubicada dentro del AID.

La calibración del modelo de microsimulación para el escenario base se hizo para tres picos horarios de análisis, pico AM y PM de un día típico y el pico de un día de finde semana. También el chequeo de la calibración del modelo se tuvo en cuenta los requerimientos hechos para este tipo de análisis por la Secretaría Distrital de Movilidad en la *GUÍA PARA LA GENERACIÓN Y REVISIÓN DE MODELOS* (Código: PE04-PR03-IN01). Es así como para los modos motorizados la calibración se hizo por tipología vehicular donde se obtuvo que para los vehículos livianos y los camiones el 100% de los datos presentados tienen un valor de GEH menor a 5, y para motos, transporte público y bicicletas alrededor del 96% de los datos presentados tienen un valor de GEH menor a 5.

Una vez calibrado el modelo tanto a nivel vehicular como peatonal se realizaron los análisis respectivos donde se obtuvo que para los flujos motorizados se hizo un análisis del desempeño de las intersecciones vehiculares a partir de la obtención del nivel de servicio (NDS). Los resultados obtenidos para el pico AM del escenario base, muestran que las intersecciones de análisis presentan NDS A y B y a nivel de movimiento el comportamiento es similar, con excepción del movimiento 8 (Norma RILSA) de la intersección 1 que muestra un NDS C. Para el pico PM, se observa que las intersecciones de análisis Carrera 13b Este con Calle 43a Sur y carrera 12 Este con calle 44b Sur muestran NDS C, las intersecciones Carrera 11 este con Calle 42 Sur y Carrera 12 Este con Calle 43a Sur muestran NDS B y las restantes un NDS A. En el análisis por movimiento, la mayoría muestran un NDS A, con excepción del movimiento 8 (Norma RILSA) de la intersección de la Carrea 11 Este con Calle 42 Sur que muestra un NDS C, junto con el movimiento 1 y 5 de la intersección de la Carrera 12 Este con Calle 44b Sur y el movimiento 1 de la intersección 5. El movimiento más crítico con un NDS E se presenta para el movimiento 9(3) de la intersección Carrera 13b Este con Calle 42a Sur. Para el pico FS, donde se observa que al igual que el pico AM todas las intersecciones presenta un NDS A.

Estos resultados de NDS para las intersecciones de control dejan ver que las condiciones actuales de dichos puntos son adecuadas para soportar el flujo vehicular que circula por cada una de ellas, esto se debe principalmente a que los flujos vehiculares en las horas de máxima demanda no son muy altos y ninguno supera la capacidad de saturación de estos ejes viales, a pesar de que en su mayoría todas las vías son de doble sentido.

Para la infraestructura peatonal modelada también se hizo una evaluación del NDS para las zonas de espera en las intersecciones de análisis, con base en los parámetros establecidos en el Manual de planeación y diseño para la administración del tránsito y el transporte Tomo III de la Alcaldía Mayor de Bogotá y Cal y Mayor Asociados. Con base en las estimaciones de las demoras peatonales y las áreas de las zonas de espera peatonal en intersecciones se estimó el NDS para cada zona de

acumulación. Los resultados muestran como muchas de las zonas de espera se encuentran en NDS C o D, especialmente aquellas que se ubican en las calles y carreras alrededor de la manzana donde se ubicará la futura estación, las cuales en algunos casos presentan NDS E y F para las zonas de espera peatonal en el costado norte de la estación y C y D para el costado sur. Estos resultados se deben principalmente a que en dichos sectores las zonas de espera se reducen a un área mínima que no alcanza los dos metros cuadrados y en algunos casos ni existe dicha zona y los peatones deben bajarse a la vía para poder esperar y cruzar. Sobre el corredor de la Avenida Carrera 13b Este los NDS son mucho mejores debido al espacio amplio de espera que existe en algunos cruces, sin que esto signifique que dichos espacios tengan las condiciones adecuadas para convertirse en zonas de espera, sin embargo, en cuanto a área si ofrecen espacios generosos que permiten una espera segura (pero no cómoda en algunos casos) a los peatones. Por otro lado, a diferencia de las zonas de espera, los andenes de la zona presentan un NDS A, solo en algunos sectores del Calle 42b Sur y Calle 42 C sur, presentan NDS críticos. Esto se debe en parte que a pesar que la infraestructura peatonal es deficiente, ya que no presenta continuidad y en algunos casos no existe, el flujo peatonal en la actualidad es bajo y las condiciones de anchos efectivos de andenes existentes es suficiente para soportar dichos flujos.

La representación actual y futura con proyecto se realizó enfocada principalmente en el efecto que se produciría en el AID por el aumento en el flujo peatonal debido a la atracción de nuevos usuarios al portal que accederían a este buscando conectar con la estación de retorno.

Los análisis se enfocaron en la proyección del flujo peatonal y vehicular actual con base en tasas anuales de crecimiento obtenidas de las 4 encuestas de movilidad con que cuenta Bogotá, luego se generaron unos modelos econométricos con variable explicativa el PIB nacional, que permitieron establecer modelos de crecimiento por modo y de esta forma se obtuvo el flujo al año 20 de operación producto del crecimiento normal de los viajes y se le adicionó el flujo nuevo que se estimó atraiga el proyecto CSC en la Estación de Retorno. Con dichos flujos totales se hizo un análisis de las condiciones de la infraestructura peatonal existente a nivel de densidades y tiempos de espera con lo cual se determinaron NDS para los 20 años de vida útil del proyecto. Las zonas analizadas corresponden a los andenes en el AID, áreas de espera y acumulación peatonal en intersecciones y pasos peatonales protegidos como tipo cebras.

Los resultados obtenidos con uso del modelo de simulación muestran que al entrar en operación el proyecto para el año 20 y sin ningún tipo de intervención adicional de infraestructura se obtiene que algunas de las intersecciones que en el escenario base estaban en NDS A pasan a NDS C (Carrera 13b Este con calle 42a Sur, Carrera 11 Este con Calle 42 Sur). La intersección de la Carrera 12 este con Calle 44b Sur pasa de NDS C a D y las demás intersecciones se mantienen en los NDS que estaban en el escenario base. Sin embargo, cuando se mira a nivel de movimiento en cada intersección se encuentra que varios movimientos pasan de NDS A en el escenario base a NDS E o incluso F en el escenario 2045, dicho caso se presenta en la intersección de la carrera 11 Este con calle 42 Sur para los movimientos que vienen del acceso oeste. Situación similar ocurre en la intersección de la Carrera 13b Este con Calle 42a Sur para los movimientos que vienen del costado oeste y este. Estos resultados se deben a que debido al aumento del flujo peatonal y que se concentran en los ejes de la Avenida Carrera 13b este, los flujos vehiculares que por allí circulan se ven afectados ya que deben ir a velocidades más lentas y detenerse más tiempo en las intersecciones debido a la alta afluencia peatonal.

Para la infraestructura peatonal en el escenario 2045 con proyecto, pero sin intervención de infraestructura, se encuentra que los NDS de las zonas de espera existentes alrededor de la manzana

donde se ubicará la estación pasan de NDS C y D a NDS E y F, lo cual muestra la deficiencia de la infraestructura peatonal del sector. Es evidente el deterioro que se producirá en el NDS de las zonas de espera en las intersecciones de la Avenida Carrera 13b Este con Calle 43a Sur y con Calle 42c Sur, así como en las zonas de espera de las intersecciones ubicadas sobre la Carrera 12b Este y 12a Este con Calle 43a Sur. Para la infraestructura peatonal tipo andén existente el deterioro de los NDS a 2045 es evidente, ya que se obtienen NDS F en casi toda la infraestructura peatonal ubicada alrededor de la estación y extendiéndose dicho deterioro a una cuadra a la redonda, lo cual muestra las pobres condiciones de la infraestructura peatonal y que no presenta condiciones mínimas adecuadas para soportar un flujo tan considerable como el que se espera llegue a usar la estación. Sin embargo, estos resultados dejan ver que las intervenciones en el área de influencia de la estación se pueden implementar de forma gradual ya que el deterioro en los NDS se va produciendo a medida que el flujo va aumentando y esto solo se empieza a evidenciar a partir del año 10 de operación

Una vez identificadas las falencias de la infraestructura vial y peatonal existente, se generó una propuesta integral y gradual que abarca una zona más amplia que el AID y que busca generar condiciones de accesibilidad y seguridad para todos los actores viales que circularán por el sector, especialmente para los peatones y bici-usuarios que accederán a la estación.

Las intervenciones propuestas para el primer año de operación (2025) permiten que las secciones transversales actuales se mantengan y solo se plantee un par vial entre los corredores de la Carrera 12b Este (Sur-norte) y Carrera 12a Este. Sin embargo, se hace necesario conformar en los andenes que estarán alrededor de la futura estación las rampas de acceso en todas las esquinas para que se facilite el desplazamiento de personas con movilidad reducida, intervenciones que deben ir acompañadas de la señalización horizontal reglamentaria como son cebras y marcas de PARE en cada intersección.

La intervención del año cero (2025), involucrará el diseño y la construcción de la estación de Altamira, con sus correspondientes andenes circundantes, así como la rehabilitación de los andenes opuestos a cada costado de la misma, sin involucrar la subterranización de las redes existentes, las cuales deben ser intervenidas después del inicio de la operación con el fin de recuperar parte del ancho efectivo de los mismos.

Se recomienda, que en años futuros, estas intervenciones junto con la construcción de puentes en las intersecciones Carrera 12b Este con Calle 43a Sur y Carrera 13a Este con Calle 43a Sur y con Calle 42a Sur, podrán ser mantenidas hasta el año 10 de operación (2035) y a partir de dicho año se deberá empezar a intervenir la infraestructura peatonal existente con medidas más robustas que implican cambios de secciones transversales y nuevos pares viales, que permitan una mejor operación tanto de la infraestructura vehicular como peatonales

La propuesta para el año 20 de operación de la estación ya plantea una serie de medidas a nivel de infraestructura que se resume a continuación:

- Construcción de la Avenida Circunvalar de oriente por el eje de la Carrera 13b Este. Dicho eje corresponde a una vía de doble calzada con separador central y una ciclorruta bidireccional en la calzada occidental
- Corredor totalmente peatonal (solo se permite el acceso vehicular para los residentes de la zona) sobre la Carrera 12b Este entre Calles 43a Sur y Calle 42a Sur justo por donde se encuentra el acceso peatonal a la estación y por la Carrera 12a Este entre Calle 42a Sur y Calle 41a Sur
- Corredor totalmente peatonal (solo se permite el acceso vehicular para los residentes de la zona) desde la Avenida Carrera 13b Este hasta la Carrera 12 Este utilizando la calle 42c Sur y Calle 43

Sur.

- Par vial entre la Calle 42 a Sur (sentido oriente - occidente) y la Calle 43a Sur (sentido occidente-orientes), ambos corredores estarían limitados entre la Carrera 11 Este y la Avenida Carrera 13b Este. Este par vial sería de uso principal de las rutas del transporte público.
- Par vial entre la Carrera 12b Este (sentido norte - sur) y la Carrera 13 Este (sentido sur-norte), ambos corredores estarían limitados entre la Calle 46 Sur y la calle 42a Sur. Este par vial sería también de uso principal de las rutas del transporte público.
- Par vial entre los ejes viales de la Calle 41ª Sur (sentido oriente – occidente) y Calle 42 Sur (sentido occidente – oriente) y corresponde a un par vial de prioridad ciclista, ya que se busca generar la conexión con la ciclorruta que se proyecta sobre la Avenida Circunvalar de Oriente y además permitir la conexión con el corredor peatonal propuesto sobre la Carrea 12a Este y Carrera 12b Este.
- El corredor vial de la Carrera 12a Este entre Calle 42a Sur y Calle 43a Sur se plantea unidireccional en el sentido norte-sur, ya que se configura como el tramo vial de acceso a la parte trasera de la estación donde se ubicarán los estacionamientos de cabina y la zona del componente electromecánico del sistema cable.
- Intersecciones semaforizadas sobre la Avenida carrera 13b Este con Calle 42a Sur y con Carrera 10ª Este,

Una vez definida las estrategias de intervención se realizó el montaje de la infraestructura en el software de microsimulación y se evaluaron los impactos. Los resultados obtenidos muestran un NDS A en la mayoría de las intersecciones viales de control para el año 2025 y caen hasta NDS C en el año 2035.

Para el año 20 de operación las medidas de intervención planteadas muestran ser eficientes, sin embargo, el corredor de la futura Avenida Circunvalar de Oriente, presenta NDS E en las intersecciones que se plantean semaforizar. Dicha semaforización puede explicar este comportamiento en la intersección, ya que la acumulación de vehículos en la hora pico puede resultar considerable dado los tiempos semafóricos.

A nivel de infraestructura peatonal los resultados de NDS para zonas de espera peatonal muestran que las intervenciones a nivel de infraestructura propuestas permiten tener NDS A en todas las zonas de espera dentro de la zona de análisis en el año cero y estas llegan a NDS C en el año 10, lo cual muestra una vez más que las intervenciones propuestas en el sector favorecen la accesibilidad peatonal segura y cómoda de los usuarios. Se observa cómo se pasa de niveles de servicio actuales que estaban en C y D sobre el eje vial de la Calle 43a Sur a NDS A en el escenario con proyecto a 2045 y con intervenciones. Lo mismo ocurre para el sector de la Calle 42a Sur, donde en el escenario base se tienen zonas de espera con NDS F y en el escenario final se logran NDS A.

Al igual que para las zonas de espera peatonal, para los andenes la mayoría de NDS son A, mostrando una vez más las bondades de la propuesta para la correcta operación y desplazamiento de los flujos peatonales. Sin embargo, en los andenes de la Circunvalar de Oriente el NDS obtenido es F, lo cual muestra una alerta sobre la configuración propuesta en dicho proyecto de la infraestructura peatonal, dejando ver que dicha configuración no posee las condiciones suficientes para soportar el flujo peatonal adicional que llegará atraído por la estación de retorno. Los corredores viales totalmente

peatonalizados muestran NDS A para la Carrera 12b Este y Carrera 12a Este NDS C para el corredor transversal de la Calle 42c Sur y Calle 43 Sur.

Los resultados obtenidos muestran que las intervenciones propuestas tanto a nivel de infraestructura vehicular, así como a nivel de infraestructura peatonal funcionan de forma eficiente cuando se implementa las alternativas de gradualidad y que para los primeros diez años de operación del cable las secciones transversales existentes pueden mantenerse, sin embargo, si es necesario realizar un mantenimiento y recuperación de los andenes existentes, conformando de forma adecuadas las zonas de espera en las esquinas, con la señalización horizontal y vertical adecuada que asegure espacios peatonales cómodos, seguros y que faciliten el desplazamiento de todos los peatones.

Los resultados para el año 20 de operación muestra que las intervenciones planteadas a partir del año 2040 son capaces de soportar los flujos vehiculares, y peatonales que circularán por la zona producto del crecimiento normal de los viajes por cada uno de los diferentes modos y de los viajes que serán atraídos por el sistema cable. La infraestructura peatonal exclusiva propuesta presenta NDS entre A y C para el año 20 de operación mostrando un comportamiento adecuado ante los flujos peatonales a los que se verá sometido durante la operación de la estación.

Aunque los análisis hechos por el Equipo Consultor muestran las bondades de las intervenciones propuestas y que permitirán mejorar la accesibilidad de la zona y a la futura estación de retorno, su intervención incluye un área extensa que no concuerda con el área de diseño definida en los términos de referencia de la consultoría. Por lo tanto, dichas intervenciones se plantean a modo de propuesta desde la especialidad de tránsito y se recomienda que puedan ser llevadas a cabo por fases, teniendo en cuenta que su evaluación se hizo para el año 20 de operación, lo cual como se mostró en los análisis presentados en este documento que para los primeros años no se necesitaría la totalidad de la propuesta planteada en el año 20.

La entrada en operación de la estación de retorno en el sector de Altamira generará una serie de dinámicas que en la actualidad nos e dan en la zona, por lo tanto, cualquier medida que se pueda establecer debe ir enfocada en facilitar la accesibilidad a la estación de los peatones y que si solo se construye la estación sin ningún tipo de intervención del espacio circundante se estaría perdiendo la posibilidad de contar con un proyecto completo de renovación y recuperación de la zona.

La siguiente tabla, presenta la evolución de los NDS de los andenes de la estación de Altamira, con el fin de validar la suficiencia de los mismos, bajo el proceso de recomendaciones, descrito anteriormente. Como se puede observar, el planteamiento del Consultor, permite mantener niveles de servicio aceptables tanto en los andenes propios como en los opuestos, lo cual valida la conveniencia de la propuesta realizada.

Tabla 63. NDS andenes de la Estación de Altamira

SECTOR	NOMEN.	LOCALIZACIÓN	ANCHO TOTAL (M)	ANCHO EFECTIVO (M)	% ANCHO EFECTIVO	VOLUMEN HMD (PEAT/H)				FLUJO (PEAT/MIN/M)				NDS			
						2025	2030	2035	2045	2025	2030	2035	2045	2025	2030	2035	2045
COSTADO NORTE	CALLE 43 SUR	ANDÉN ESTACIÓN	3,8	2,8	74%	109	223	475	1129	3	6	12	29	A	A	A	A
		ANDÉN OPUESTO	3,1	1,5	48%	452	585	809	1234	21	27	37	57	B	C	D	A
COSTADO SUR	CALLE 43A SUR	ANDÉN ESTACIÓN	3,8	2,8	74%	190	292	429	647	5	7	11	17	A	A	A	B
		ANDÉN OPUESTO	2,1	1,0	48%	244	331	411	601	16	21	26	39	A	B	C	B
COSTADO ESTE	CARRERA 12B ESTE	ANDÉN ESTACIÓN	3,8	2,8	74%	415	710	1030	1456	11	18	26	37	A	B	C	A
		ANDÉN OPUESTO	3,1	1,6	50%	197	397	526	828	13	25	33	53	A	C	D	A
COSTADO OESTE	CARRERA 12A ESTE	ANDÉN ESTACIÓN	3,8	2,8	74%	104	158	219	463	3	4	6	12	A	A	A	A
		ANDÉN OPUESTO	2,5	1,2	50%	161	211	367	537	12	16	28	41	A	B	C	D

Fuente: Elaboración propia (2022)