

ANÁLISIS Y DIAGNÓSTICO DE MOVILIDAD DE LAS RUTAS DEL SITP EN
LOS PRINCIPALES CORREDORES VIALES DE LA CIUDAD DE BOGOTÁ

CARLOS DANILO ÁVILA ALARCÓN



UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL
BOGOTÁ
2015

ANÁLISIS Y DIAGNÓSTICO DE MOVILIDAD DE LAS RUTAS DEL SITP EN
LOS PRINCIPALES CORREDORES VIALES DE LA CIUDAD DE BOGOTÁ

CARLOS DANILO ÁVILA ALARCÓN

Trabajo de grado para optar por el título de Ingeniero Civil

DIRECTORA DE TESIS
RUBBY STELLA PARDO PINZÓN



UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL
BOGOTÁ
2015

Nota de Aceptación

Presidente del Jurado

Jurado

Jurado

Bogotá (14, Agosto, 2015)

Dedicado a mis padres,
hermanas y amigos que siempre
me acompañaron en el proceso
de manera incondicional y
desinteresada.

AGRADECIMIENTOS

Mis más sinceros agradecimientos a la Universidad Santo Tomas por mi formación académica que significaron las bases para este estudio, a la Ingeniera Rubby Stella Pardo Pinzón por guiarme en este proceso, a la empresa Gmovil SAS. por permitirme ser parte de su grupo de trabajo y por todo lo que he aprendido de ellos, y por ultimo a mis padres, hermanas y amigos que me han ayudado a ser una profesional integral.

CONTENIDO

	Pág.
1. FUNDAMENTACIÓN	14
1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	14
1.3. OBJETIVOS.....	15
1.3.1. Objetivo general	15
1.3.2. Objetivo específico	16
1.4. ALCANCES	16
1.5. ANTECEDENTES.....	17
2. MARCO TEÓRICO.....	20
3. MARCO METODOLÓGICO.	22
3.1. INFORMACIÓN BASE.....	22
3.1.1. Determinación de puntos de control	22
3.1.2. Medición de Tramos	22
3.1.3. Actividad Bus.....	22
3.1.4. Matrices de Tiempos y Velocidades	23
3.2. PROCESAMIENTO DE DATOS	23
3.2.1. Identificar las horas críticas	23
3.2.2. Análisis de velocidades tramo a tramo	24
3.2.3. Identificación de zonas críticas.....	24
3.3. ANALIS DE ZONAS CRÍTICAS CON AYUDA DE GRÁFICAS Y GRAFOS 25	
3.3.1. Análisis de zonas críticas	25
3.3.2. Gráficas y Grafos.....	25
3.3.3. Determinar factores de congestión.....	25
3.3.4. Generación de estrategias.....	25
4. HORAS CRÍTICAS.....	26
4.1. PUNTOS DE CONTROL	26
4.2. DIGITALIZACIÓN PUNTOS DE CONTROL	27
4.3. EXTRACCIÓN DE INFORMACIÓN	28

4.4. MATRICES DE PROCESAMIENTO.....	30
5. ANALISIS DE VELOCIDAD.....	33
5.1. ANALISIS DE VELOCIDAD DE MALLA VIAL.....	35
6. ESTRATEGIAS DE MEJORAMIENTO.....	53
6.1 PROBLEMÁTICA POR TRAMOS.....	53
6.1.1 AV CARRERA 7	53
6.1.2 AV BOYACA	59
6.1.3 AV CARRERA 68.....	64
6.1.4 CALLE 116	71
6.1.5 CALLE 127	77
6.1.6 CALLE 24 Y CALLE 19	81
6.1.7 CARRERA 24	85
6.1.8 CALLE 63	93
6.1.9 CALLE 68	99
6.1.10 AV CHILE – CALLE 72.....	104
6.1.11 CARRERA 11 Y CARRERA 13	113
6.2 PROPUESTAS DE MEJORAMIENTO DE VELOCIDADES	116
6.2.1 CARRERA 7.....	117
6.2.2 AVENIDA BOYACÁ	118
6.2.3 CARRERA 68 – CALLE 100.....	121
6.2.4 CALLE 116.....	123
6.2.5 CARRERA 24	124
6.2.6 CALLE 24 Y CALLE 19	126
6.2.7 CARRERA 27	127
6.2.8 CALLE 63/64	128
6.2.9 CARRERA 11 Y CARRERA 13.....	129
6.2.10 CALLE 72.....	131
CONCLUSIONES	134
RECOMENDACIONES.....	143
BIBLIOGRAFÍA	144

LISTA DE TABLAS

	Pág.
TABLA1.CORREDORES ANALIZADOS.....	27
TABLA2. PERIODOS DE ANALISI X TIPO DÍA.....	32
TABLA 3.CORREDORES ANALIZADOS	34
TABLA 4. DENSIDAD DE RUTAS POR CORREDOR.....	34
TABLA 5.CORREDORES PRIORIZADOS.....	35
TABLA 6. VELOCIDADES DE RUTAS.....	36
TABLA 7. TRAMOS CRITICOS	46
TABLA 8. Resumen de Análisis de corredores viales.....	134
TABLA 9. ESTADO DE LA MALLA VIAL POR COMPOSICIÓN, 2013.....	138
TABLA 10. ESTADO DEL PROYECTO A 31 DE DIC DE 2014	139
TABLA 11. Velocidades por corredor.....	141

LISTA DE FIGURAS

	Pág.
FIGURA 1: <i>Comparación transporte publico colectivo vs SITP</i>	18
FIGURA 2: Comparación transporte publico colectivo vs SITP	23
FIGURA 3 EJEMPLO DIGITALIZACIÓN.	28
FIGURA 4: DATOS SAE.	29
FIGURA 5: MATRIZ DE TIEMPOS.	30
FIGURA 6: MATRIZ DE VELOCIDAD.	31
FIGURA 7: MATRIZ DE VELOCIDAD.	32
FIGURA 8: perfil de demanda para un día típico (06/11/2013).	33
FIGURA 9: VELOCIDAD MALLA VIAL RUTAS OPERADOR DÍA HÁBIL.	38
FIGURA 10: VELOCIDAD MALLA VIAL RUTAS OPERADOR DÍASABADO.	38
FIGURA 11: VELOCIDAD MALLA VIAL RUTAS OPERADOR DÍA FESTIVO.	39
FIGURA 12: VELOCIDADES PICO AM – DÍA HÁBIL.....	40
FIGURA 13: VELOCIDADES PICO P.M. – DÍA HÁBIL.....	41
FIGURA 14: VELOCIDADES VALLE – DÍA HÁBIL.....	42
FIGURA 15: SABADO PICO AM (6:00 a 10:00).	43
FIGURA 16: FESTIVO (12:00 a 14:00).....	44
FIGURA 17: FESTIVO (16:00 a 20:00).....	45
FIGURA 18: TRAMOS CRITICOS PICO AM HÁBIL.....	49
FIGURA 19: TRAMOS CRITICOS PICO PM HÁBIL.....	50
FIGURA 20: TRAMOS CRITICOS HORA PICO SABADO	51
FIGURA 21: TRAMOS CRITICOS HORA PICO FESTIVO.....	52
FIGURA 22: VELOCIDAD POR TRAMO CARRERA 7 SENTIDO N-S HÁBIL.	54
FIGURA 23: VELOCIDAD POR TRAMO CARRERA 7 SENTIDO S-N HÁBIL.	55
FIGURA 24: VELOCIDAD POR TRAMO CARRERA 7 SENTIDO N-S Y S-N SÁBADO.....	56
FIGURA 25: VELOCIDAD POR TRAMO CARRERA 7 SENTIDO N-S Y S-N FESTIVO.	57
FIGURA 26: PROBLEMÁTICA CARRERA 7.....	58
FIGURA 27: VELOCIDAD POR TRAMO AV. BOYACA SENTIDO N-S HÁBIL	59
FIGURA 28: VELOCIDAD POR TRAMO AV. BOYACA SENTIDO S-N HÁBIL	60
FIGURA 29: VELOCIDAD POR TRAMO AV. BOYACA SENTIDO N-S Y S-N SÁBADO	61
FIGURA 30: VELOCIDAD POR TRAMO AV. BOYACA SENTIDO N-S Y S-N FESTIVO	62
FIGURA 31: PROBLEMÁTICA AVENIDA BOYACA.....	63

FIGURA 32: VELOCIDAD POR TRAMO AV. CRA 68 SENTIDO N-S HÁBIL.....	65
FIGURA 33: VELOCIDAD POR TRAMO AV. CRA 68 SENTIDO S-N HÁBIL.....	65
FIGURA 34: VELOCIDAD POR TRAMO AV. CRA 68 SENTIDO N-S Y S-N SÁBADO	66
FIGURA 35: VELOCIDAD POR TRAMO AV. CRA 68 SENTIDO N-S Y S-N FESTIVO	67
FIGURA 36: PROBLEMÁTICA CORREDOR AV. CARRERA 68 – CALLE 100	68
FIGURA 37: VELOCIDAD POR TRAMO CALLE 116 SENTIDO W-E HÁBIL.....	72
FIGURA 38: VELOCIDAD POR TRAMO CALLE 116 SENTIDO E-W HÁBIL.....	73
FIGURA 39: VELOCIDAD POR TRAMO CALLE 116 SENTIDO E-W Y W-E SÁBADO	74
FIGURA 40: VELOCIDAD POR TRAMO CALLE 116 SENTIDO E-W Y W-E FESTIVO	75
FIGURA 41: PROBLEMÁTICA CALLE 116	76
FIGURA 42: VELOCIDAD POR TRAMO CALLE 127 SENTIDO E-W HÁBIL.....	77
FIGURA 43: VELOCIDAD POR TRAMO CALLE 127 SENTIDO W-E HÁBIL.....	78
FIGURA 44: VELOCIDAD POR TRAMO CALLE 127 SENTIDO E-W Y W-E SÁBADO	78
FIGURA 45: VELOCIDAD POR TRAMO CALLE 127 SENTIDO E-W Y W-E FESTIVO	79
FIGURA 46: PROBLEMÁTICA EN CORREDOR CALLE 127	80
FIGURA 47: VELOCIDAD POR TRAMO CALLE 24 Y CALLE 19 SENTIDO E-W HÁBIL	81
FIGURA 48: VELOCIDAD POR TRAMO CALLE 24 Y CALLE 19 SENTIDO W-E HÁBIL	82
FIGURA 49: VELOCIDAD POR TRAMO CALLE 24 Y CALLE 19 SENTIDO E-W Y W-E SÁBADO	83
FIGURA 50: VELOCIDAD POR TRAMO CALLE 24 Y CALLE 19 SENTIDO E-W Y W-E FESTIVO.....	84
FIGURA 51: PROBLEMÁTICA CORREDOR CALLE 24 Y CALLE 19.....	85
FIGURA 52: VELOCIDAD POR TRAMO CARRERA 24 SENTIDO N-S HÁBIL	86
FIGURA 53: VELOCIDAD POR TRAMO CARRERA 24 SENTIDO S-N HÁBIL	87
FIGURA 54: VELOCIDAD POR TRAMO CARRERA 24 SENTIDO N-S Y S-N SÁBADO	87
FIGURA 55: VELOCIDAD POR TRAMO CARRERA 24 SENTIDO N-S Y S-N FESTIVO	88
FIGURA 56: PROBLEMÁTICA CORREDOR CARRERA 24	89
FIGURA 57: VELOCIDAD POR TRAMO CARRERA 27 SENTIDO N-S HÁBIL	90
FIGURA 58: VELOCIDAD POR TRAMO CARRERA 27 SENTIDO S-N HÁBIL	91

FIGURA 59: VELOCIDAD POR TRAMO CARRERA 27 SENTIDO N-S Y S-N SÁBADO	91
FIGURA 60: VELOCIDAD POR TRAMO CARRERA 27 SENTIDO N-S Y S-N FESTIVO	92
FIGURA 61: VELOCIDAD POR TRAMO CALLE 63 SENTIDO E-W HÁBIL.....	93
FIGURA 62: VELOCIDAD POR TRAMO CALLE 63 SENTIDO W-E HÁBIL.....	94
FIGURA 63: VELOCIDAD POR TRAMO CALLE 63 SENTIDO E-W Y W-E SÁBADO	95
FIGURA 64: VELOCIDAD POR TRAMO CALLE 63 SENTIDO E-W Y W-E FESTIVO	96
FIGURA 65: PROBLEMÁTICA CORREDOR CALLE 63	97
FIGURA 66: VELOCIDAD POR TRAMO CALLE 68 SENTIDO E-W HÁBIL.....	99
FIGURA 67: VELOCIDAD POR TRAMO CALLE 68 SENTIDO W-E HÁBIL.....	100
FIGURA 68: VELOCIDAD POR TRAMO CALLE 63 SENTIDO E-W Y W-E FESTIVO	101
FIGURA 69: VELOCIDAD POR TRAMO CALLE 63 SENTIDO E-W Y W-E FESTIVO	102
FIGURA 70: VELOCIDAD POR TRAMO CALLE 72 SENTIDO E-W HÁBIL.....	104
FIGURA 71: VELOCIDAD POR TRAMO CALLE 72 SENTIDO W-E HÁBIL.....	105
FIGURA 72: VELOCIDAD POR TRAMO CALLE 72 SENTIDO E-W Y W-E SÁBADO	106
FIGURA 73: VELOCIDAD POR TRAMO CALLE 72 SENTIDO E-W Y W-E FESTIVO	107
FIGURA 74: PROBLEMÁTICA CORREDOR CALLE 72	108
FIGURA 75: VELOCIDAD POR TRAMO CRA 11 Y CRA 13 SENTIDO N-S HÁBIL	113
FIGURA 76: VELOCIDAD POR TRAMO CRA 11 Y CRA 13 SENTIDO N-S SÁBADO	114
FIGURA 77: VELOCIDAD POR TRAMO CRA 11 Y CRA 13 SENTIDO N-S FESTIVO	114
FIGURA 78: PROBLEMÁTICA CRA 11 Y CRA 13	115
FIGURA 79: PROBLEMÁTICA CRA 11 Y CRA 13	117
FIGURA 80: OPCIÓN MANZANA OREJA (ENTRADA POR CLL 63 BIS - SALIDA CL 63 A).....	118
FIGURA 81 OPCIÓN DOS (CONTINUIDAD DE LA TV 24 EN DIRECCIÓN NORTE)	119
FIGURA 82 ESQUEMA EN PLANTA CARRIL PREFERENCIAL	119
FIGURA 83 PROPUESTAS AV BOYACÁ	120
FIGURA 84 PROPUESTA CARRERA 68.....	122

FIGURA 85 ESTADO ACTUAL SALIDA PUENTE VEHICULAR CLL 116 X AV BOYACÁ.....	123
FIGURA 86 PROPUESTA CALLE 116	124
FIGURA 87 PROPUESTA CALLE 127	124
FIGURA 88 PROPUESTA CARRERA 24.....	125
FIGURA 89 PROPUESTA CALLE 24 Y CALLE 19	126
FIGURA 90 PROPUESTA CARRERA 27	127
FIGURA 91 PROPUESTA CALLE 63	128
FIGURA 92 PAR VIAL CALLE 64.....	129
FIGURA 93 PROPUESTA CARRERA 11 Y CARRERA 13	130
FIGURA 94 CONDICIONES BAHÍA DE PARQUEO CL 72 X CR 102 A	131
FIGURA 95 CONDICIONES BAHÍA DE PARQUEO CL 72 XCR 98 B	132
FIGURA 96 PROPUESTA CALLE 72	133
FIGURA 97. Gráfica del promedio de velocidad en el desplazamiento por corredor para día hábil	135
FIGURA 98. Velocidades por Corredores para día Hábil.....	136
FIGURA 99. Velocidades por corredor para día Sábado	137
FIGURA 100. Velocidades por corredor para día Festivo	137
FIGURA 101. Velocidad promedio de los modos de transporte motorizado en KM/h	140
FIGURA 102. Velocidad promedio por corredor en KM/h	140

RESUMEN

En este trabajo se encuentra el análisis de velocidades de operación desarrollado para las rutas del **SITP** que tienen como origen de viaje la localidad de Engativá haciendo una descripción detallada de las velocidades y tiempos de recorrido de la rutas por los principales corredores viales de la ciudad de Bogotá en diferentes instantes del día; para poder determinar la velocidad real de operación e identificar las zonas críticas de movilidad y así mismo generar estrategias de mejoramiento que permitan mejorar el nivel de servicio del **SITP** en términos de velocidades de recorrido.

1. FUNDAMENTACIÓN

1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Uno de los principales problemas que enfrenta actualmente la ciudad, es el colapso de los sistemas de transporte Público Colectivo, Sistema Masivo y Sistema integrado de transporte (SITP), los cuales bajo las condiciones actuales han pasado a ser ineficientes para garantizar el derecho a la movilidad de las personas.

Dentro de los principales aspectos que afectan en mayor grado la movilidad de la ciudad se encuentran la baja velocidad y los tiempos de espera. Teniendo en cuenta que con la operación ejecutada durante el último año, ya se tiene información considerable y reportes generados por el sistema, en cuanto a los tiempos reales de operación para las diferentes rutas que operan especialmente en la Zona de Engativá y con el ánimo de proponer alternativas que mejoren no solo la operación de las rutas, sino también la movilidad de la ciudad y por ende la satisfacción de los usuarios, se presenta la propuesta de realizar un estudio detallado de las velocidades reales de operación en los diferentes periodos del día para varios corredores principales de la ciudad.

1.2. JUSTIFICACIÓN

En el Octubre de 2009 y bajo la alcaldía de Samuel Moreno se anunció la licitación de las 13 zonas en las cuales se dividió la ciudad y serian asignadas a un operador. “El Sistema Integrado de Transporte Público comprende las acciones para la articulación, vinculación y operación integrada de los diferentes modos de transporte público, las instituciones o entidades creadas para la planeación, la organización, el control del tráfico y el transporte público, la infraestructura requerida para la accesibilidad, circulación y el recaudo del sistema”.¹

“En el marco del Plan Maestro de Movilidad, la carta de navegación de la ciudad en el tema, se establece la estructuración del nuevo Sistema Integrado de Transporte Público de Bogotá (SITP), como instrumento que garantizará mejor calidad de vida de los ciudadanos, optimizando los niveles de servicio para viajes que se realizan en la ciudad”.²

¹Espectador. 30 de octubre de 2009. Consultado el 30 de septiembre de 2014.

² Tomado de: <http://www.sitp.gov.co>

El proyecto Sistema Integrado de Transporte Público (SITP) requiere como parte integral, el desarrollo de estudios de tránsito que permitan determinar el comportamiento del sistema bajo las condiciones existentes. Es necesario hacer énfasis en la velocidad real con la cual se está moviendo el sistema y hacer una comparación clara y real de lo pactado por el operador con el Distrito en la licitación pública mediante el modelo de contratación de concesión de cuarta generación.

Como se menciona en el documento “programa de asistencia técnica en transporte urbano para las ciudades medias mexicanas de la secretaria de desarrollo social (SEDESOL), los estudios de velocidades son diseñados para medir las características de la velocidad en ubicaciones específicas bajo las condiciones prevalecientes del tráfico las cuales son usadas para generar soluciones como determinación de reglamentaciones, evaluación de la efectividad de mejoras de tránsito mediante “estudios antes y después” y cálculo de los costos en los análisis económicos de vías y mejoras al tránsito.

El trabajo se hace con el objetivo de identificar los factores que inciden en las velocidades de operación; ya que la congestión del tráfico afecta directamente la óptima calidad del servicio, con el fin de hacer ajustes a los tiempos de ciclo de las rutas afectadas, cambios de trazados, intervención a infraestructura vial, cambios en ciclos semafóricos, etc. Lo anterior con la finalidad de optimizar el servicio a favor de los usuarios.

1.3. OBJETIVOS

1.3.1. Objetivo general

Evaluar y analizar las velocidades medias de operación y velocidad promedio de los corredores viales por los cuales transitan las rutas del Sector de Engativá del **Sistema Integrado de transporte Público (SITP)** y generar soluciones que permitan mejorar la calidad del servicio para los usuarios.

1.3.2. Objetivo específico

Identificar las horas críticas en las cuales se movilizan las rutas por determinados tramos viales para analizar el comportamiento de la velocidad.

Analizar la velocidad media de la malla vial por donde transitan las rutas de Engativá, para determinar los tramos críticos dentro del corredor.

Identificar los aspectos que inciden en la reducción de la velocidad de operación, de las rutas de Engativá.

Generar estrategias para mejorar la velocidad de operación en términos de mejoramiento en infraestructura, optimización de paraderos y mejoramiento de parqueo en vía.

1.4. ALCANCES

Para el desarrollo del proyecto se escoge la localidad de Engativá como zona de origen de todos los viajes que realizan las rutas del SITP y se distribuye el destino por toda el área metropolitana de la ciudad de Bogotá que serán evaluadas en términos de velocidad. Con la información extraída de la operación de los buses a lo largo del mes de estudio, se determinará las horas críticas en donde la congestión afecta las velocidades de diseño de la operación de las rutas del **SITP** en 10 corredores principales de la ciudad (Av. Boyacá, Calle 72, Av Ciudad de Cali, Av. Carrera 68 – Calle 100, Calle 63, Av 1ro de Mayo, Carrera 11-13, Calle 68, Cr 7, Av Calle 170) y así mismo poder identificar las principales causas.

Con ayuda de programas de información geográfica (ARCGIS) poder generar grafos que permitan localizar y referenciar los puntos conflictivos dentro de la malla vial y mediante gráficas poder observar el desarrollo de la velocidad a lo largo del día.

Generar estrategias que permitan la optimización del servicio que presta el SITP basados en tres aspectos fundamentales como lo son infraestructura vial, señalización y parqueo en vía.

1.5. ANTECEDENTES

“El proyecto del Sistema Integrado de Transporte para la ciudad de Bogotá – SITP – toma fuerza con la creación del Plan Maestro de Movilidad, adoptado por el Decreto 319 de 2006. Éste surge como una iniciativa ambiciosa de transformar el transporte en la ciudad, migrando de un sistema desordenado y de cierta forma caótico (transporte tradicional o transporte público colectivo – TPC) hacia un transporte ordenado, eficiente y confiable. Por medio del Decreto 309 de 2009, se le dio estructura real a esta iniciativa, para así poder iniciar con los diseños conceptuales. El SITP no se está inventando algo que no exista en el resto mundo, pues en ciudades europeas, entre otras, es práctica común contar con sistemas de transporte integrados.

Lo que lo convierte en un proyecto ambicioso está en la transformación absoluta de la forma en que funciona el transporte público en una ciudad de más de 7 millones de habitantes, acostumbrada a un modelo de transporte público que ha operado igual por más de 70 años. La transformación incluye un componente de esquema empresarial, prestación del servicio, recaudo, información y cultura del uso de transporte”³.

Como se menciona en el Plan Maestro de Movilidad, “se establece la estructuración del nuevo Sistema Integrado de Transporte Público de Bogotá (SITP), como instrumento que garantiza mejor calidad en la vida de los ciudadanos, optimizando los niveles de servicio para viajes que se realizan en la ciudad”⁴; y así mismo se destacan los objetivos de SITP entre los que se encuentran: lograr una cobertura del 100% en la prestación del servicio de transporte público en la ciudad, integrar la operación y la tarifa, equilibrando la demanda de buses en todas las zonas, ajustar tecnológicamente la flota actual, reduciendo los índices de accidentalidad y mejorando la accesibilidad como también la calidad de vida de los usuarios.

En la figura 1 se presenta una comparación de los buses del sistema público colectivo contra los buses del sistema integrado de transporte público mostrando mejoría en la calidad del servicio.

³ Tomado de: capítulo para la caracterización de la demanda de transporte del SITP con la inclusión de nuevos proyectos de infraestructura.

⁴ Tomado de: Plan maestro de movilidad

FIGURA 1: Comparación transporte publico colectivo vs SITP



Imagen 1. Bus de Transporte Público Colectivo (TPC) **Fuente:** *propia*



Imagen 2. Bus del SITP **Fuente:** *www.CMI.com.com*

(FEDESARROLLO, 2003) expresa en su documento “integración de los sistemas de transporte urbanos en Colombia de agosto 31 de 2013, que el problema de la congestión urbana comenzó a ser evidentes en 1951 tras la clausura del tranvía en Bogotá”⁵. El crecimiento poblacional de la ciudad y la ausencia de políticas de regulación efectivas del transporte urbano fueron alimentando la congestión vehicular y evidenciaron la necesidad de proveer servicios más eficientes para la movilización de un gran número de personas. La situación de Bogotá se ha replicado en otras ciudades en la medida en la que éstas han crecido.

Así mismo se referencia en el mismo artículo, “Los sistemas integrados de transporte masivo son una forma de proveer servicios más eficientes, ya que; éstos tienen como eje central la centralización de las decisiones sobre diseño, el número y la frecuencia de operación de las rutas, es decir, una gestión integrada del transporte”⁶.

⁵ Tomado de: la integración de los sistemas de transporte urbano en Colombia

⁶ Tomado de: la integración de los sistemas de transporte urbano en Colombia

En oposición al sistema compuesto por varios operadores que no trabajan coordinadamente, la centralización de estas actividades permite tener acceso a la información necesaria para optimizar rutas y tomar decisiones en tiempo real, lo que se traduce en menores costos de operación del sistema, y en un diseño y unas frecuencia de tránsito de rutas que responden al bienestar de los usuarios y no a los beneficios particulares de cada operador” explicando así la solución que adoptó el distrito para el problema de la descentralización del sistema de transporte colectivo.

Por otro lado se destaca en el documento “integración de sistemas de transporte urbano en Colombia” (2013), que Los sistemas de Colombia están entre los menos productivos. De tres indicadores, únicamente Pereira sobresale en productividad operacional y Bucaramanga en la velocidad de viaje. Para medir la productividad de los SITM se utilizan tres indicadores: el Índice de Pasajeros por kilómetro (IPK) que mide la productividad operacional, la velocidad promedio de recorrido y la productividad del capital (promedio de pasajeros por bus por día).

“Cuando se concibió el SITP, se estimó una fecha de implementación completa para el año 2011. Como los contratos de concesión son de 24 años, se hicieron unas proyecciones de incremento de demanda de transporte en la ciudad a lo largo del tiempo, para poder estimar cuál debería ser el incremento de flota a lo largo de la vida de los contratos”⁷ es por esto que para la proyección de la vida útil de la flota del operador es necesario mejorar los escenarios de operación normal para así mismo hacer la respectiva regulación de flota hasta el final de la concesión. “El tiempo y la velocidad de viaje son considerados como un todo al transporte público, se observa que en 2003 la duración promedio de viaje era de 48 minutos, y a 2005 este promedio llegó a 53 minutos”⁸; condiciones que desfavorecen la calidad de vida de los usuarios.

Con base en lo anterior se puede fundamentar la necesidad del estudio de las velocidades de operación de los buses del SITP, generando así una caracterización de la problemática, para su análisis y sus posteriores soluciones.

Las bajas velocidades en la operación del SITP generan retrasos en los tiempos de ciclo de las rutas, mayor consumo de combustible, depreciación de la flota y baja calidad de la prestación del servicio; es por eso importante identificar los factores que intervienen en el desarrollo del tráfico y las principales causas de la congestión en los corredores por donde transita el SITP.

⁷ Tomado de: capítulo para la caracterización de la demanda de transporte del SITP con la inclusión de nuevos proyectos de infraestructura.

⁸ Tomado de: como avanza el distrito en movilidad de la veeduría distrital

2. MARCO TEÓRICO

En desarrollo de la actividad normal del SITP se denota dos fases claves (Planeación y operación), en donde para la planificación de cada una de las rutas es importante tener en cuenta algunos conceptos básicos. Para efectos de estudio se requiere tener en cuenta la **velocidad de diseño**, que se estableció en **18 km/h** por efectos contractuales entre el operador y el ente regulador; sin embargo la velocidad de Diseño se encuentra definida como: *"velocidad máxima a la cual pueden circular los vehículos con seguridad sobre una sección específica de una vía, cuando la condiciones atmosféricas y del tránsito son tan favorables que las características geométricas del proyecto gobiernan la circulación"*⁹ (CARDENAS, 2007)

Para identificar la reducción en la velocidad de operación para las diferentes horas del día, es necesario entender las causas de la **congestión** definida técnicamente como *"la situación que se crea cuando el volumen de demanda de tránsito en uno o más puntos de una vía excede el volumen máximo que puede pasar por ellos. También se dice que hay congestión cuando la interacción vehicular es tan intensa que impide que los usuarios de una vía puedan circular por ella cómodamente y sin demoras excesivas"*¹⁰. (ESCOBAR, 2007)

Algunos factores que inciden directamente en la congestión son: mal estado de la infraestructura vial, parqueo en vía, mala semaforización entre otros.

Para desarrollo del trabajo y optimización de la operación es necesario analizar la **hora crítica**; que para efectos del estudio se define como el momento del día donde la velocidad media cae por debajo de la velocidad de operación a causa de la congestión; y la **velocidad media** será tomada como el promedio de la velocidad en cada uno de los tramos.

El análisis de las velocidades se realizará a lo largo de los principales **corredores viales** por los cuales transitan las rutas del **SITP** que tienen como origen la localidad de Engativá; a su vez estos corredores están divididos en **tramos**, que están conformados por paraderos seleccionados del **SITP** en donde paran los buses del sistema.

⁹ Tomado de: Manual de planeación y diseño para la administración del tránsito y el transporte

¹⁰ Tomado de: capacidad y niveles de servicio de la infraestructura vial.

Para determinar los factores que intervienen en la congestión, se tendrá en cuenta que “En general la capacidad de un sistema es el número máximo de entidades que pueden ser procesadas por unidad de tiempo. De allí que, la **congestión** ocurre porque el sistema tiene una capacidad limitada y porque la demanda colocada y el proceso mismo tiene un carácter aleatorio”¹¹. (CARDENAS, 2007)

Las condiciones de operación se ven afectadas por la congestión que disminuye las velocidades media con la que opera el sistema, afectando directamente el **nivel de servicio** del **SITP**. El Ministerio de Transporte de la República de Colombia en el decreto número 170 de 2001 precisa que el **nivel de servicio** “*Son las condiciones de calidad bajo las cuales la empresa presta el servicio de transporte, teniendo en cuenta las especificaciones y características técnicas, capacidad, disponibilidad y comodidad de los equipos, la accesibilidad de los servicios, régimen tarifario y demás circunstancias que previamente se consideren determinantes, tales como paraderos y terminales*”.

Para analizar el **flujo vehicular** nos remitimos a lo mencionado en “ (CARDENAS, 2007)” el cual afirma que “se debe analizar en sus características fundamentales, representadas en sus tres variables principales: el *flujo, velocidad y la densidad*. Mediante la deducción de relaciones entre ellas, se pueden determinar la característica de la corriente de tránsito, y así predecir las consecuencias de diferentes opciones de operación o del proyecto. De igual manera el conocimiento de estas tres variables reviste singular importancia, ya que estas indican la cantidad o nivel de servicio experimentado por los usuarios de cualquier sistema vial. A su vez estas tres variables pueden ser expresadas en términos de otras, llamadas “*variables asociadas: el volumen, el intervalo, el escapamiento, la distancia y el tiempo*”¹².

Para la medición de la velocidad es necesario generar hitos entre los corredores que permitan delimitar los tramos; estos hitos serán llamados **puntos de control** que registran el paso y tiempo de los buses.

¹¹ Tomado de: Manual de planeación y diseño para la administración del tránsito y el transporte

¹² Tomado de: Ingeniería del Tránsito

3. MARCO METODOLÓGICO.

El proceso sistemático para la determinación de tramos, horas y velocidades críticas planteados para el estudio se desarrolla de manera general mediante el siguiente proceso.

3.1. INFORMACIÓN BASE

3.1.1. Determinación de puntos de control

Los puntos de control están determinados por paraderos del sistema y su elección se fundamenta en la delimitación de sectores con características de movilidad semejantes.

3.1.2. Medición de Tramos

Los tramos son conformados por puntos de control localizados en los diferentes corredores y se digitalizan en Google Earth para obtener la longitud de cada tramo.

3.1.3. Actividad Bus

Actualmente el sistema cuenta para la operación con una herramienta de control FMS (SAE-Sistema de Ayuda a Explotación) el cual reporta la actividad diaria de cada uno de los Buses del sistema entre los que se encuentra la hora de paso de cada bus por cada uno de los paraderos del sistema **(ver figura 2)**

FIGURA 2: **Comparación transporte publico colectivo vs SITP**

Informe Actividad Bus

ALCALDIA MAYOR DE BOGOTÁ D.C.

Fecha: lunes, 20 de abril de 2015

Sistema: ZONAL - Operador: TRANZIT [109]
Alarma Espera: 180
Fecha: 01/04/2015

Fecha	Operador	Código Bus	N° SAE Bus	Servicio Bus	Línea	Coche	Viaje Línea	Id.
01/04/2015	[109] U.S.	290-2000	902000					
01/04/2015	[109] U.S.	290-2014	902014					
01/04/2015	[109] U.S.	290-2017	902017					
01/04/2015	[109] U.S.	290-2025	902025					
01/04/2015	[109] U.S.	290-2039	902039					
01/04/2015	[109] U.S.	290-2046	902046					
01/04/2015	[109] U.S.	290-4010	904010					
01/04/2015	[109] U.S.	290-4016	904016					
01/04/2015	[109] U.S.	290-4026	904026					
01/04/2015	[109] U.S.	290-4040	904040					
01/04/2015	[109] U.S.	290-4062	904062					

3.1.4. Matrices de Tiempos y Velocidades

Se crean matrices de tiempos y velocidades para cada corredor que están conformados por los tramos y periodos de 1 hora; desde inicio hasta el fin de operación; es decir de 4:00 a 5:00, 5:00 a 6:00 y así sucesivamente hasta las 23:00

3.2. PROCESAMIENTO DE DATOS

3.2.1. Identificar las horas críticas

Una vez obtenidos los paraderos necesarios, se procede a la digitalización de los tramos de análisis. Para determinar las horas críticas se acude a la información

extraída del SAE en conjunto con los puntos de control y se procesa mediante algoritmos en Excel.

El algoritmo busca la secuencia de puntos de control en los datos del SAE, una vez encontrados toma la diferencia de los tiempos de salida de cada punto de control generando así el tiempo de recorrido en el tramo.

Los tiempos de recorrido por tramo son calculados para todas las horas de operación permitiendo identificar las horas críticas en las que se desplazan los buses. Calculados los tiempos de paso entre puntos de control se procede a la generación de las matrices de velocidad.

3.2.2. Análisis de velocidades tramo a tramo

Calculados los tiempos de paso entre puntos de control se procede a la generación de las matrices de velocidad en las cuales se divide la distancia entre puntos de control sobre los tiempos anteriormente hallados.

Una vez determinados las velocidades por tramos se recolecta la información obtenida y se generan las respectivas gráficas que describan el comportamiento de la velocidad a lo largo del corredor para cada tipología de día (Hábil, Sábado, Festivo) y se determina los tramos donde la velocidad se encuentra por debajo de **18 km/h**. esta velocidad se divide en tres categorías de **0 a 11 km/h**, **11 a 14 km/h** y **14 a 18 km/h**).

3.2.3. Identificación de zonas críticas

Una vez obtenidos los datos de velocidad y las gráficas se procede a generar grafos en sistema de información geográfica y modulación (Arcgis y Transcad) que permitan el análisis detallado de la situación problema.

3.3. ANALIS DE ZONAS CRÍTICAS CON AYUDA DE GRÁFICAS Y GRAFOS

3.3.1. Análisis de zonas críticas

Las zonas críticas son conformadas del análisis de las horas y las velocidades en conflicto y se analiza detalladamente los lugares donde la velocidad media se encuentra por debajo de la velocidad de diseño.

3.3.2. Gráficas y Grafos

Se generan gráficas que permitan analizar la evolución hora a hora de la velocidad para cada corredor y se mira al detalle el comportamiento dentro de las horas críticas; los grafos permiten localizar las zonas de afectación caracterizadas de color rojo o naranja.

3.3.3. Determinar factores de congestión

Al tener identificados los tramos que presenten características de conflicto como lo es velocidades menores de 18km/h y que se encuentren dentro de las horas críticas se procede a hacer un trabajo de campo que permita la identificación de los diferentes factores que causan una reducción de la velocidad de operación para la empresa operadora.

3.3.4. Generación de estrategias

Una vez identificados los factores de congestión de presentan estrategias que permitan dar solución a la problemática; estas soluciones pueden ser con intervención de infraestructura vial, señalización o semaforización y control en parqueo sobre la vía.

4. HORAS CRÍTICAS

Es importante para optimización del sistema identificar el o los momentos del día donde se presente la mayor demanda de usuarios que abordan el sistema, como también los momentos donde fuera del escenario de mayor demanda, ocurre la mayor congestión y una reducción considerable de la velocidad media de operación con respecto a la velocidad de diseño del sistema.

4.1. PUNTOS DE CONTROL

Los puntos de control permiten delimitar tramos dentro de corredores que presentan características similares de movilidad; al hacer parte del sistema en forma de paraderos, permiten registrar la actividad de la operación de los buses del sistema. Los criterios utilizados para la selección de dichos puntos se debe a las características del corredor al que hace parte, los corredores que la intersectan, o los problemas de congestión que históricamente presenta.

Los puntos de control contienen información tales como identificación del punto, corredor sentido (NS, SN, EW, WE), ubicación, longitud, secuencia dentro del corredor y por ultimo un nodo de identificación dentro del sistema (ver tabla 1).

TABLA1.CORREDORES ANALIZADOS

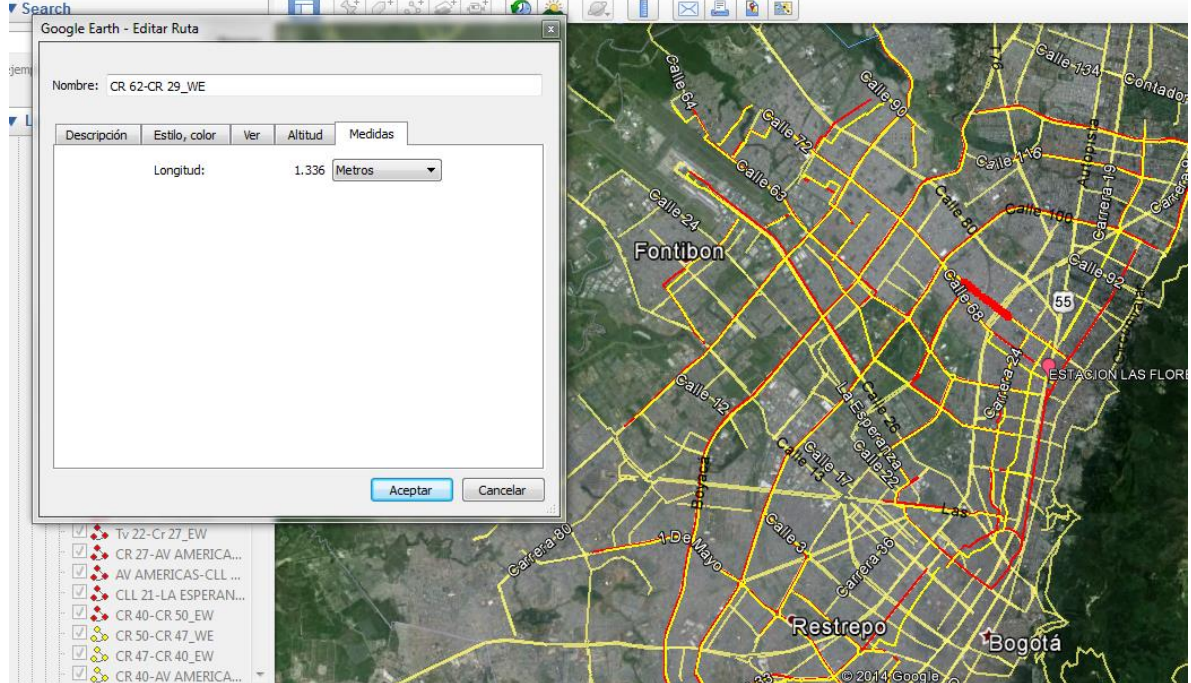
NODO	SECUENCIA	PUNTO DE CONTROL	CORREDOR	SENTIDO	UBICACIÓN	LONG.
31347	1	003A03 - Pq. Alto de los	Av. Boyaca	NS	Av. Cr 72xAv. CII 127	0
31350	2	106A04 - Makro CII 80	Av. Boyaca	NS	Av. Cr 72xAv. CII 80	1848
31353	3	108A04 - IED Tabora Sede B	Av. Boyaca	NS	Av. Cr 72xAv. CII 72	1056
32542	4	007A05 - Colegio Andrés Frey	Av. Boyaca	NS	Av. Cr 72xAv. CII 66 A	1112
32544	5	026A05 - AC 63	Av. Boyaca	NS	Av. Cr 72xAv. CII 63	840
36726	6	129A05 - Br Normandía AC 53	Av. Boyaca	NS	Av. Cr 72xAv. CII 53	539
36728	7	007A06 - Av. CII 24	Av. Boyaca	NS	Av. Cr 72xAv. CII 24	1441
36731	8	135A06 - Av. CII 13	Av. Boyaca	NS	Av. Cr 72xAv. CII 13	1580
29043	9	093A07 - Av. CII 12	Av. Boyaca	NS	Av. Cr 72xAv. CII 12 (CII 11D)	1254
37591	10	581A08	Av. Boyaca	NS	Av. Cr 72xAv. Americas (CII 4)	1966
29048	11	015A09 - Av. 1 de Mayo	Av. Boyaca	NS	Av. Cr 72xAv. 1 de Mayo	1086
30609	12	050A10 - Autopista Sur	Av. Boyaca	NS	Av. Cr 72xAutopista Sur (Dg 50 Sur)	2931
30613	13	120A11 - Av. Cr 24	Av. Boyaca	NS	Av. Cr 72xAv. Cr 24	2152
30616	14	004A11 - Cr 18P BisA	Av. Boyaca	NS	Av. Cr 72xCr 18P BisA (Meisen)	1681
32554	15	020A12 -	Av. Boyaca	NS	Av. Cr 72xCII 71A Sur	4839
30951	16	037A12 - C. C. Santa Librada	Av. Boyaca	NS	Av. CaracasxCII 74C Sur	2580
30953	17	041A12 - Plaza de Mercado Santa Librada	Av. Boyaca	NS	Av. Cr 72xAv. Caracas (Yomasa)	675
30959	18	053A12 - Br. Charalá	Av. Boyaca	NS	Av. Cr 72xCII 92A Bis	2141
30960	1	052A12 - Br. La Reforma	Av. Boyaca	SN	Av. Cr 72xCII 92A Bis	0
30976	2	042A12 - Br Gran Yomasa	Av. Boyaca	SN	Av. Cr 72xAv. Caracas (Yomasa)	2125
30978	3	038A12 - C. C. Santa Librada	Av. Boyaca	SN	Av. CaracasxCII 74C Sur	650
3175	4	117A12	Av. Boyaca	SN	Av. Cr 72xCII 71A Sur	990
601	5	005A11 - Cr 18B	Av. Boyaca	SN	Av. Cr 72xCr 18B (Meisen)	5093
37590	6	505A11 - Av. Cr 24	Av. Boyaca	SN	Av. Cr 72xAv. Cr 24	1790
28886	7	088A10 - Autopista Sur	Av. Boyaca	SN	Av. Cr 72xAutopista Sur (Dg 50 Sur)	1930
36735	8	014A09 -	Av. Boyaca	SN	Av. Cr 72xAv. 1 de Mayo	3170
28894	9	103A07 -	Av. Boyaca	SN	Av. Cr 72xAv. Americas (CII 7A)	1557
28897	10	106A07 -	Av. Boyaca	SN	Av. Cr 72xAv. CII 12 (CII 11F)	1326
36732	11	194A06 -	Av. Boyaca	SN	Av. Cr 72xAv. CII 13 (EASY CII 19)	1174
28902	12	008A06	Av. Boyaca	SN	Av. Cr 72xAv. CII 24	1544
36736	13	130A05 - CAI Normandía	Av. Boyaca	SN	Av. Cr 72xAv. CII 53	1344
36737	14	027A05 - AC 63	Av. Boyaca	SN	Av. Cr 72xAv. CII 63	558
31377	15	126A05 - AC 68	Av. Boyaca	SN	Av. Cr 72xAv. CII 72	1715
31356	16	211A03 - Titan Plaza	Av. Boyaca	SN	Av. Cr 72xAv. CII 80	1442
31360	17	004A03 - Pq. Alto de los lagartos	Av. Boyaca	SN	Av. Cr 72xAv. CII 127	1862

Puntos de control: Nodo, Secuencia, Punto de Control, Sentido, Ubicación, Longitud. Fuente propia

4.2. DIGITALIZACIÓN PUNTOS DE CONTROL

En Google Earth se digitalizan los tramos que conforman cada uno de los corredores obteniendo información georeferenciada del tramo (ver figura 3).

FIGURA 3 EJEMPLO DIGITALIZACIÓN.



Ejemplo de digitalización en Google Earth. Fuente propia.

4.3. EXTRACCIÓN DE INFORMACIÓN

La información fundamental para el desarrollo del estudio es el reporte diario de la actividad Bus que se extrae del SAE, el cual proporciona información como: fecha, operador, código del bus, numero del Bus, tipo de registro (parada), nodo, descripción, hora teórica, hora de llegada y hora de salida.

Esta información permite saber el momento en el que el Bus pasa por cada uno de los paraderos del sistema; que combinado con la base de puntos de control se determinan los tiempos de recorrido en cada tramo (ver figura 4) permitiendo calcular horas críticas y velocidades mediante sus respectivas matrices.

FIGURA 4: DATOS SAE.

Fecha	Operador	CodigoBus	NumeroBus	NumEvent	Servicio	Linea	Coche	IDViaje	Tipo	Nodo	Descripcion	HoraTeorica	HoraReferencia	HoraLlegada	HoraSalida	
01/09/2014	750-0001		500001	324	eventos	CE30B0007	503	7	6	Parada	36255	211A05 - Maranta	14:20:00	14:10:00	14:10:52	
01/09/2014			500001	324	eventos	CE30B0007	503	7	6	Parada	27713	110A05 - Br. Sabana del Dorado	14:10:39	14:10:39	14:11:00	14:11:52
01/09/2014			500001	324	eventos	CE30B0007	503	7	6	Parada	27681	070A05 - Br. Sabana del Dorado Cl 638	14:11:18	14:11:18	*14:12:00	14:12:36
01/09/2014			500001	324	eventos	CE30B0007	503	7	6	Parada	27682	066A05 - Br. Los Laureles Kr 1138	14:12:03	14:12:03	14:13:00	14:14:40
01/09/2014			500001	324	eventos	CE30B0007	503	7	6	Parada	27683	064A05 - Br. Bonaire Cl 64	14:13:44	14:13:44	14:14:00	14:14:35
01/09/2014			500001	324	eventos	CE30B0007	503	7	6	Parada	27735	208A05 - AC 63xKr 112	14:14:20	14:14:20	*14:25:00	14:25:04
01/09/2014			500001	324	eventos	CE30B0007	503	7	6	Parada	27737	207A05 - Br. San Antonio Urbano	14:15:19	14:15:19	*14:26:00	14:25:31
01/09/2014			500001	324	eventos	CE30B0007	503	7	6	Parada	27693	204A05 - Br. San Antonio Cl 63	14:16:20	14:16:20	*14:27:00	14:26:30
01/09/2014			500001	324	eventos	CE30B0007	503	7	6	Parada	34945	411A05 - Br. Viña del Mar	14:17:46	14:17:46	14:27:00	14:27:13
01/09/2014			500001	324	eventos	CE30B0007	503	7	6	Parada	28279	202A05 - Portal de Santa Inés	14:18:37	14:18:37	14:28:00	14:28:08
01/09/2014			500001	324	eventos	CE30B0007	503	7	6	Parada	28280	201A05 - AC 63	14:19:39	14:19:39	14:28:00	14:28:36
01/09/2014			500001	324	eventos	CE30B0007	503	7	6	Parada	33528	079A05 - Br. Los Álamos	14:20:06	14:20:06	14:30:00	14:30:11
01/09/2014			500001	324	eventos	CE30B0007	503	7	6	Parada	34249	095A05 - Pq Empresarial El Dorado	14:20:38	14:20:38	*14:31:00	14:30:49
01/09/2014			500001	324	eventos	CE30B0007	503	7	6	Parada	34250	058A05 - Patio Único Particular	14:21:56	14:21:56	14:32:00	14:31:46
01/09/2014			500001	324	eventos	CE30B0007	503	7	6	Parada	2789	378A05 - Casa Limpia	14:23:41	14:23:41	*14:33:00	14:32:51
01/09/2014			500001	324	eventos	CE30B0007	503	7	6	Parada	12	194A05 - CEA	14:24:18	14:24:18	14:33:00	14:34:00
01/09/2014			500001	324	eventos	CE30B0007	503	7	6	Parada	2767	380A05 - Puente Aéreo Oriente	14:25:05	14:25:05	*14:34:00	14:34:08
01/09/2014			500001	324	eventos	CE30B0007	503	7	6	Parada	2768	379A05 - Puente Aéreo Occ.	14:25:49	14:25:49	*14:35:00	14:34:37
01/09/2014			500001	324	eventos	CE30B0007	503	7	6	Parada	2766	377A05 - Aeropuerto Internacional Eldorado	14:27:14	14:27:14	14:36:00	14:36:27
01/09/2014			500001	324	eventos	CE30B0007	503	7	6	Parada	2769	382A06 - CAC (Centro Administrativo de Carga)	14:32:19	14:32:19	14:38:00	14:38:42
01/09/2014	500001	324	eventos	CE30B0007	503	7	6	Parada	20	075A06 - CEA	14:36:02	14:36:02	14:40:00	14:40:00		
01/09/2014	500001	324	eventos	CE30B0007	503	7	6	Parada	34251	185A06 - Br. Veracruz Sector II	14:38:51	14:38:51	*14:41:00	14:40:56		
01/09/2014	500001	324	eventos	CE30B0007	503	7	6	Parada	34252	183A06 - Urb. El Jardín	14:41:35	14:41:35	*14:42:00	14:41:37		
01/09/2014	500001	324	eventos	CE30B0007	503	7	6	Parada	34253	114A06 - Br. Rubén Vallejo	14:44:29	14:44:29	14:46:00	14:46:11		
01/09/2014	500001	324	eventos	CE30B0007	503	7	6	Parada	34254	374A06 - Br. La Isla	14:45:20	14:45:20	14:47:00	14:47:09		
01/09/2014	500001	324	eventos	CE30B0007	503	7	6	Parada	34255	113A06 - Br. La Cabaña	14:48:38	14:48:38	14:48:00	14:47:59		
01/09/2014	500001	324	eventos	CE30B0007	503	7	6	Parada	34256	157A06 - Br. San Cristobal Sur Viejo	14:51:48	14:51:48	14:50:00	14:51:33		
01/09/2014	500001	324	eventos	CE30B0007	503	7	6	Parada	34257	124A06 - Br. Atahualpa	14:53:48	14:53:48	14:53:00	14:53:10		
01/09/2014	500001	324	eventos	CE30B0007	503	7	6	Parada	34258	061A06 - Br. Los Cambulos	14:57:25	14:57:25	14:55:00	14:55:12		
01/09/2014	500001	324	eventos	CE30B0007	503	7	6	Parada	34369	NUEVA 1 - Urb. Industrial San Pedro	14:59:48	14:59:48	14:56:00	14:56:39		
01/09/2014	500001	324	eventos	CE30B0007	503	7	6	Parada	34259	018A07 - Br. Versalles Fontibón	15:03:50	15:03:50	*15:04:00	15:02:59		
01/09/2014	500001	324	eventos	CE30B0007	503	7	6	Parada	34260	341A07 - El Tintal II	15:05:12	15:05:12	*15:04:00	15:04:02		

Extracción de actividad Bus de Datos SAE. Fuente propia.

Como se observa en la figura anterior se obtiene información importante como:

- **Hora teórica:** Es el momento en el que el vehículo teóricamente debería pasar por cada punto; esta hora teórica es sustraída de la programación creada previa a la operación.
- **Hora de llegada:** Es el momento en el que el vehículo llega al paradero; esta hora es bajo condiciones reales de operación.
- **Hora de salida:** Es el momento en el que el vehículo llega al paradero; esta hora es bajo condiciones reales de operación.

4.4. MATRICES DE PROCESAMIENTO.

Una vez definidos y digitalizados los tramos de análisis y utilizando la información extraída del SAE se construyó un archivo con la información detallada de los paraderos (puntos de control) que conforman los tramos de estudio que integran el corredor.

Con esta información se generó un archivo que contiene información de actividad Bus y puntos de control para cada corredor por cada tipología de día (Hábiles, Sábados y Festivos) en el cual por medio de la secuencia del registro de los datos se logró calcular el promedio del tiempo del recorrido del bus a lo largo del tramo crítico en todos los periodos (hora del día) de operación. Estos archivos quedaron configurados como matrices de tiempo y velocidad entre un punto a otro de un corredor para las diferentes horas del día (ver figura 5 y 6).

FIGURA 5: MATRIZ DE TIEMPOS.

Av. Cil 72		EW	189727 205451		395178	11375,0	383803	TD												
CORREDOR	Av. Cil 72													TIEMPO CICLO						
	EW	C1 11	C1 17	C1 24	C1 57	C1 63	Av C1 64	Av C1 74	Av C1 77	Av C1 78	C1 90	C1 96	C1 110							
Av. Cil 72 EW		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12							
HORA	3	0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00					
	4	0:00:00	0:01:39	0:01:24	0:02:38	0:03:00	0:01:03	0:22:49	0:01:13	0:01:31	0:01:23	0:02:42	0:03:26	0:04:04	0:42:49					
	5	0:00:00	0:02:19	0:01:51	0:02:58	0:04:40	0:01:11	0:07:56	0:01:17	0:01:46	0:01:40	0:02:40	0:03:40	0:04:04	0:32:22					
	6	0:00:00	0:02:46	0:02:00	0:03:20	0:04:32	0:01:15	0:03:00	0:01:30	0:01:51	0:01:35	0:02:55	0:04:04	0:04:04	0:26:59					
	7	0:00:00	0:03:00	0:02:08	0:03:41	0:04:42	0:01:15	0:02:42	0:01:27	0:01:50	0:01:29	0:02:52	0:03:54	0:04:04	0:29:01					
	8	0:00:00	0:03:21	0:02:12	0:03:31	0:05:02	0:01:19	0:02:53	0:01:36	0:02:02	0:01:29	0:02:40	0:04:07	0:04:07	0:30:14					
	9	0:00:00	0:04:02	0:02:39	0:03:40	0:05:59	0:01:27	0:03:24	0:01:56	0:02:21	0:01:33	0:02:34	0:04:12	0:04:12	0:33:48					
	10	0:00:00	0:04:30	0:02:42	0:04:00	0:06:59	0:01:38	0:03:52	0:02:17	0:03:08	0:01:39	0:02:55	0:05:46	0:05:46	0:39:26					
	11	0:00:00	0:05:05	0:02:42	0:04:57	0:08:04	0:01:43	0:04:14	0:02:05	0:02:42	0:01:43	0:03:09	0:05:54	0:05:54	0:42:19					
	12	0:00:00	0:05:12	0:02:38	0:05:25	0:08:15	0:01:55	0:05:04	0:02:02	0:02:52	0:01:45	0:03:29	0:06:21	0:06:21	0:44:57					
	13	0:00:00	0:04:25	0:02:28	0:04:48	0:07:18	0:01:46	0:05:29	0:02:06	0:03:19	0:02:06	0:03:08	0:06:22	0:06:22	0:43:13					
	14	0:00:00	0:04:11	0:02:24	0:05:02	0:07:24	0:01:46	0:04:37	0:02:07	0:02:51	0:01:56	0:04:01	0:07:10	0:07:10	0:43:28					
	15	0:00:00	0:04:17	0:02:31	0:04:44	0:08:28	0:01:53	0:05:18	0:02:10	0:03:08	0:01:40	0:03:44	0:07:27	0:07:27	0:45:20					
	16	0:00:00	0:04:34	0:02:20	0:04:37	0:08:10	0:02:04	0:04:56	0:02:21	0:03:19	0:01:44	0:03:11	0:06:00	0:06:00	0:43:17					
	17	0:00:00	0:06:25	0:02:32	0:05:48	0:09:50	0:02:15	0:05:08	0:02:26	0:03:55	0:01:51	0:03:21	0:06:14	0:06:14	0:49:45					
	18	0:00:00	0:07:46	0:02:35	0:05:54	0:14:02	0:02:56	0:06:46	0:02:44	0:05:22	0:01:58	0:03:37	0:08:05	0:08:05	1:01:45					
	19	0:00:00	0:04:47	0:02:12	0:04:11	0:15:09	0:02:50	0:06:32	0:03:02	0:06:09	0:01:50	0:03:51	0:09:06	0:09:06	0:59:39					
	20	0:00:00	0:04:21	0:02:07	0:03:08	0:09:01	0:02:29	0:06:42	0:03:07	0:07:10	0:01:58	0:04:32	0:09:31	0:09:31	0:54:05					
	21	0:00:00	0:03:40	0:02:07	0:02:52	0:04:52	0:01:43	0:03:32	0:02:23	0:05:07	0:01:50	0:03:45	0:07:03	0:07:03	0:44:54					
	22	0:00:00	0:03:04	0:01:42	0:02:24	0:04:15	0:01:18	0:07:20	0:01:34	0:02:14	0:01:41	0:02:53	0:04:33	0:04:33	0:32:58					
	23	0:00:00	0:02:36	0:01:33	0:02:10	0:03:49	0:01:07	0:02:47	0:01:15	0:01:39	0:01:25	0:02:25	0:03:24	0:03:24	0:24:10					
	24	0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00					
	25	0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00					
	26	0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00	0:00:00					

Matriz de tiempo en Excel. Fuente propia.

En la figura 5 se observa la matriz de tiempos que de manera rápida nos permite identificar el nombre del corredor, nombres de cada tramo, tiempos de recorrido por cada tramo y el tiempo de ciclo total del corredor.

FIGURA 6: MATRIZ DE VELOCIDAD.

HORA	Distancia	nombre y longitud de tramo												VEL. PROM
		Cr 11	Cr 17	Cr 24	Cr 57	Cr 66	Cr 71	Av Cr 74 A	Av Cr 77 A	Av C Cali	Cr 90	Cr 96	Cr 110	
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
	Av. CII 72	0,00	0,51	0,44	1,25	0,89	0,29	1,24	0,35	0,74	0,36	0,90	1,38	
3		18,35	18,78	28,50	17,72	16,18	3,26	16,99	29,05	15,70	19,96	24,12		11,67
4		13,11	14,26	25,24	11,40	14,39	9,36	16,18	24,96	12,94	20,26	20,36		15,43
5		10,97	13,20	21,80	11,74	13,78	24,76	13,78	23,96	13,66	18,54	19,87		17,24
6		10,08	12,34	20,35	11,31	13,78	27,53	14,24	24,12	14,53	18,80	21,19		17,21
7		9,05	11,97	21,26	10,55	13,04	25,69	12,94	21,79	14,58	20,21	20,06		16,52
8		7,50	9,95	20,37	8,89	11,75	21,89	10,69	18,79	13,99	21,09	19,66		14,77
9		6,73	9,77	18,72	7,61	10,49	11,21	14,22	14,32	13,07	18,56	14,35		12,67
10		5,96	9,77	15,12	6,58	9,93	17,51	9,96	16,40	12,64	17,15	14,02		11,80
11		5,83	10,05	13,81	6,45	8,90	14,66	10,22	13,59	12,38	15,50	13,04		11,11
12		6,87	10,69	15,60	7,28	9,73	13,56	9,92	13,33	10,35	17,27	12,99		11,56
13		7,23	11,03	14,88	7,18	9,68	16,07	9,84	15,56	11,20	13,44	11,54		11,49
14		7,09	10,48	15,81	6,28	9,05	14,03	9,58	14,11	12,95	14,44	11,09		11,02
15		6,63	11,31	16,18	6,50	8,29	15,05	8,83	13,32	12,55	17,01	13,77		11,54
16		4,73	10,45	12,89	5,40	7,59	14,46	8,55	11,31	11,72	16,13	13,26		10,04
17		3,90	10,22	12,68	3,79	5,84	10,97	7,60	8,25	10,98	14,90	10,23		8,09
18		6,33	11,96	17,87	3,51	6,03	11,36	6,86	7,20	11,87	14,01	9,08		8,37
19		6,96	12,45	23,92	5,90	6,89	11,08	6,67	6,17	11,04	11,90	8,69		9,23
20		8,25	12,50	26,05	10,93	9,95	7,80	8,73	8,63	11,78	14,43	11,74		11,12
21		9,89	15,48	31,12	12,52	13,13	10,13	13,26	19,78	12,90	18,75	18,17		15,15
22		11,62	17,04	34,55	13,95	15,34	26,74	16,52	26,85	15,22	22,37	24,35		20,67
23														
24														
25														
26														

Matriz de tiempo en Excel. Fuente propia.

Estas matrices están desagregadas por el nombre del corredor, el sentido de análisis, nombres de los tramos y sus respectivas velocidades. Tal como se había mencionado previamente, el cálculo de los tiempos de desplazamiento se efectuó de la diferencia de horas de paso entre paraderos que conforman el tramo y la longitud total de cada uno (**ver figura 7**). La velocidad promedio se obtuvo de la relación entre el total de la longitud del corredor y el tiempo que se demora en recorrerlo en su totalidad. Se promedió la velocidad de todos los buses por tramo en cada hora de operación.

En la figura 6 de matriz de velocidad podemos identificar la longitud del corredor y velocidad promedio.

FIGURA 7: MATRIZ DE VELOCIDAD.

	CII 11 sur	Cr 10 Beste	Cr 10	Av Caracas	Cr 19	CII 3 sur	
		1	2	3	4	5	VEL.
	Distancia	0,00	1,19	0,72	0,57	0,71	PROM
HORA	3						
	4		26,07	19,56	21,20	24,35	22,79
	5		19,74	15,49	21,00	20,52	19,19
	6		18,58	15,54	15,75	18,94	17,20
	7		17,34	12,29	16,41	14,97	15,25
	8		16,54	13,09	15,83	13,82	14,82
	9		16,45	12,16	13,19	12,37	13,54
	10		18,86	10,33	12,60	15,63	14,35
	11		18,25	8,33	14,92	15,98	14,37
	12		15,93	7,72	13,57	12,18	12,35
	13		16,38	6,91	12,44	14,82	12,64
	14		17,20	8,45	16,22	14,82	14,17
	15		16,67	7,06	11,66	14,75	12,54
	16		17,92	8,02	17,96	14,82	14,68
	17		20,22	8,60	14,22	15,98	14,76
	18		21,50	8,07	12,86	15,34	14,44
	19		17,92	7,38	15,65	15,22	14,04
	20		20,98	12,59	15,75	17,05	16,59
	21		28,67	15,85	15,42	14,20	18,54
	22		29,20	17,93	22,61	21,31	22,76
	23		20,48	17,21	18,50	21,31	19,37
	24						
	25						
	26						

Matriz de velocidad, Velocidades críticas en rojo: Fuente propia.

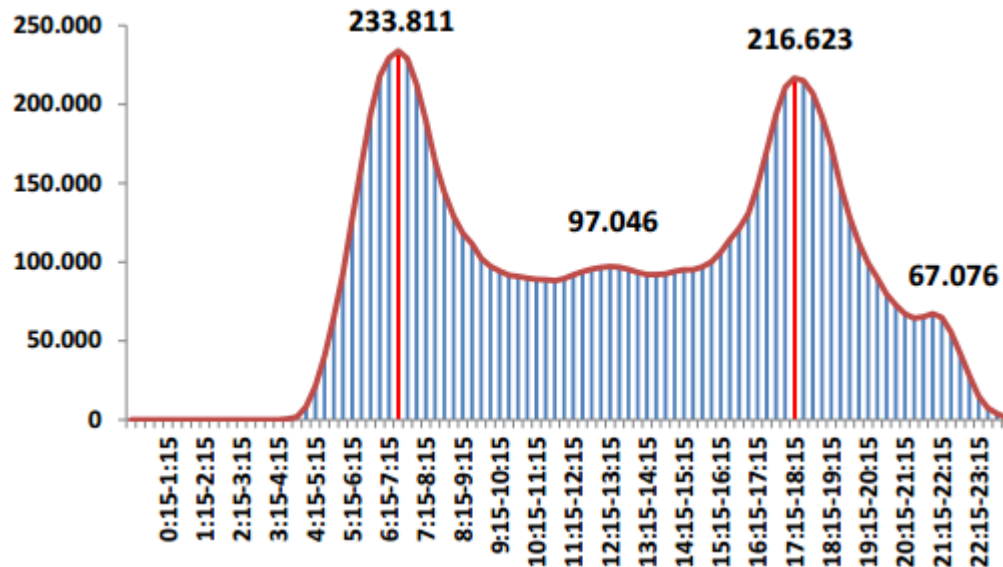
Las horas críticas se determinaron mediante el análisis de gráficas de demanda (ver figura 8) teniendo en cuenta que la demanda máxima del sistema se presenta entre las 6:30 y 7:30, dado que es durante este periodo que se requiere la mayor cantidad de flota en circulación. Por otro lado se determinaron otros periodos de análisis adicionales relacionados en la siguiente tabla.

TABLA2. PERIODOS DE ANALISI X TIPO DÍA

TIPO DÍA	PERIODO		
HÁBIL	6:00 – 9:00	10:00 – 16:00	17:00 – 20:00
SÁBADO	6:00 - 10:00	12:00 - 15:00	
FESTIVO	16:00 - 20:00		

Las horas críticas de encuentra definidas por los instantes donde la velocidad se reduce a menos de 11 km/h entre los periodo relacionados en la **tabla 2**.

FIGURA 8: perfil de demanda para un día típico (06/11/2013).



Fuente: Capítulo para la caracterización de la demanda de transporte del SITP con la inclusión de nuevos proyectos de infraestructura.

5. ANALISIS DE VELOCIDAD

Para definir los corredores viales a analizar, se tuvo en cuenta la información de tiempos de recorrido disponibles que son los mismos por los cuales circulan las rutas del operador y así mismo, se tuvo en cuenta la densidad de rutas sobre estos tramos viales, para poder determinar los de mayor importancia e impacto.

De acuerdo con lo mencionado anteriormente, se recopiló información para todos los corredores principales por los cuales transitan las rutas del operador; de esta manera se tiene información para los 37 corredores presentados en la **TABLA 3**

TABLA 3. CORREDORES ANALIZADOS

ID	CORREDOR	ID	CORREDOR	ID	CORREDOR	ID	CORREDOR
1	Av. Boyacá	11	Av. Cll 63	21	Av. Cr 60	31	Cll 11 sur
2	Av. Cr 68	12	Av. Cll 26	22	Av. Cll 24-19	32	Cr 77
3	Av. C CALI	13	Av. Cll 53	23	Av. Cll 34	33	Cll 66
4	Av. 183	14	Av Cll 45	24	Av 1 de Mayo	34	Cr 96
5	Av. 170	15	Av Cr 17	25	Cr 106-110	35	Cll 90-Tv 76
6	Av. Cr 7	16	Av Cr 15	26	Cr 111	36	Av. Caracas Sur
7	Av. Cll 127	17	Av Cr 11-13	27	Cr 93	37	Cr 27-23
8	Av. Cll 116	18	Av. Cll 32	28	Cr 100-Cll 13		
9	Av. Cll 72	19	Av. Cr 24	29	Cr 50-Cll 3		
10	Av. Cll 68	20	Av. Cr 50	30	Av. Cll 1		

De los anteriores 37 corredores, se analizó los aspectos de velocidad y horas conflictivas en términos de congestión para 10 de los corredores totales que representan en mayor porcentaje la participación de las rutas del operador (**ver tabla 4 densidades de rutas**).

TABLA 4. DENSIDAD DE RUTAS POR CORREDOR

CORREDOR	RUTAS X COOREDOR
AV 1 DE MAYO	6
AV BOYACÁ	9
AV CALI	6
CR 7	6
CR 68	7
CR 68-CLL 100	5
CLL 53	4
CLL 63	14
CLL 72	28
CLL 116	1
CLL 127	4
CR 13	8

CR 11	2
CR 11-13	2
CR 15	4
CR 24	6
CLL 170	1
CR 50	4
CR 60	4
CR 93	1
CR 96	1
CR 100-CLL 13	2
CALLE 26	3
CR 17	11

Se puede apreciar en la tabla anterior que el corredor que representa mayor impacto de rutas es la calle 72 con 28 de las 39 rutas que se analizaron, representando un 72% de la operación del consorcio.

Para el análisis de la velocidad de los corredores priorizados se contó con la digitalización de 136,57 km de vía especificados en la **tabla 5**.

TABLA 5. CORREDORES PRIORIZADOS

CORREDOR	KM
Av. Boyacá	36,5
Calle 72	9,27
Av Ciudad de Cali	20
Av. Carrera 68 – Calle 100	17,5
Calle 63	10,8
Av 1ro de Mayo	12,6
Carrera 11-13	9,27
Calle 68	3,52
Cr 7	11
Av Call 170	5,11
TOTAL	136,57

5.1. ANALISIS DE VELOCIDAD DE MALLA VIAL

En primera instancia, es importante mencionar que el alto crecimiento del parque automotor de la ciudad de Bogotá, frente a la carencia de infraestructura vial que

soporte este crecimiento y el mal estado de la ya existente, son factores que están influyendo de manera negativa en los tiempos de desplazamiento, los cuales no son indiferentes al SITP, dado que afectan directamente la capacidad del sistema para movilizar a los pasajeros al igual que aumente sus costos de operación.

Al realizarse una revisión de los tiempos de ciclo con los cuales fue diseñado el Sistema, en especial para las rutas de Engativá, para la hora pico de la mañana se encuentra que dicha velocidad ha bajado aproximadamente un 30%, lo cual podría explicar en algún momento que se necesite una mayor cantidad de flota para la operación, dado que la velocidad influye directamente en la cantidad de flota que se necesita para el sistema **TABLA 6.**

TABLA 6. VELOCIDADES DE RUTAS.

Ruta	Velocidad Diseño Licitación Hora Pico A.M	Velocidad Real Hora Pico AM	Diferencia en Velocidad
37	13,10 Km/h	11,85 Km/h	-1,25 Km/h
402	15,31 Km/h	12,43 Km/h	-2,88 Km/h
403	13,89 Km/h	12,93 Km/h	-0,96 Km/h
442	14,76 Km/h	12,56 Km/h	-2,20 Km/h
466	15,53 Km/h	11,54 Km/h	-3,99 Km/h
801	16,86 Km/h	13,90 Km/h	-2,96 Km/h
C25	16,13 Km/h	11,48 Km/h	-4,65 Km/h
P49	18,04 Km/h	14,33 Km/h	-3,71 Km/h
Z7	18,45 Km/h	14,37 Km/h	-4,09 Km/h
128	15,07 Km/h	13,73 Km/h	-1,34 Km/h
142	16,13 Km/h	13,59 Km/h	-2,54 Km/h
E25	13,39 Km/h	12,67 Km/h	-0,72 Km/h
SE10	13,53 Km/h	13,32 Km/h	-0,21 Km/h
P500	18,23 Km/h	15,05 Km/h	-3,18 Km/h
12	18,01 Km/h	16,30 Km/h	-1,71 Km/h
626B	17,01 Km/h	14,10 Km/h	-2,91 Km/h
576	15,33 Km/h	14,04 Km/h	-1,30 Km/h

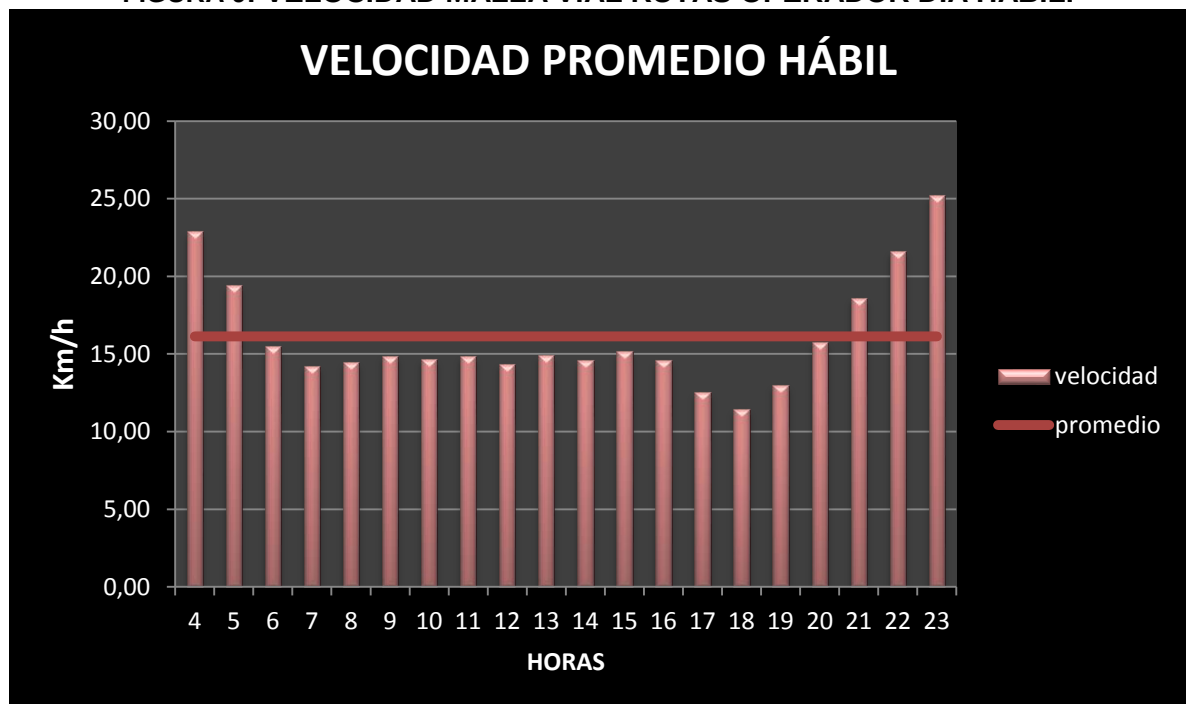
Ruta	Velocidad Diseño Licitación Hora Pico A.M	Velocidad Real Hora Pico AM	Diferencia en Velocidad
135	18,32 Km/h	14,44 Km/h	-3,88 Km/h
83	17,16 Km/h	13,20 Km/h	-3,96 Km/h
359	17,35 Km/h	13,12 Km/h	-4,23 Km/h
492	18,46 Km/h	13,63 Km/h	-4,83 Km/h
702	16,44 Km/h	14,55 Km/h	-1,89 Km/h
SE14	14,58 Km/h	16,32 Km/h	1,73 Km/h
539	16,09 Km/h	17,11 Km/h	1,02 Km/h
577	14,96 Km/h	15,91 Km/h	0,95 Km/h
674	17,87 Km/h	17,21 Km/h	-0,66 Km/h
802	17,73 Km/h	17,23 Km/h	-0,51 Km/h
806	15,58 Km/h	15,80 Km/h	0,22 Km/h
C101	15,96 Km/h	15,41 Km/h	-0,55 Km/h
228	16,64 Km/h	14,35 Km/h	-2,29 Km/h
740	15,95 Km/h	14,80 Km/h	-1,15 Km/h
C120	16,56 Km/h	13,32 Km/h	-3,24 Km/h
SE6	16,09 Km/h	14,43 Km/h	-1,66 Km/h
17-1	20,71 Km/h	15,22 Km/h	-5,49 Km/h
17-2	19,13 Km/h	16,49 Km/h	-2,64 Km/h
17-7	21,68 Km/h	14,10 Km/h	-7,58 Km/h
PROMEDIO	16,81 Km/h	11,97 Km/h	-4,83 Km/h

Fuente: Elaborado por Gmovil S.A.S.

Así mismo, con los datos de operación del Sistema, se ha podido establecer que la velocidad de la hora pico, que ya de por si es baja, casi que se mantiene para la hora valle, dado que la velocidad media en hora valle es casi un 96% de la velocidad media en hora pico, lo cual sería atribuible a los cambios que tuvo el pico y placa frente al momento en el cual se diseñó el sistema. Esta situación se traduce en mayores costos de operación del Sistema.

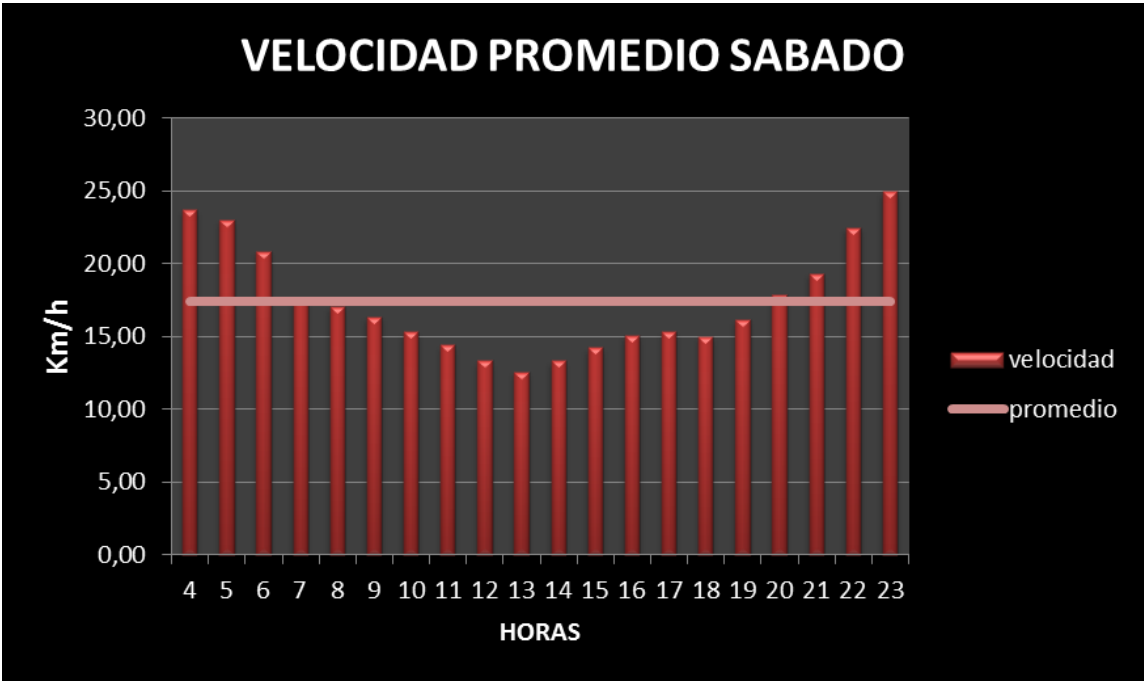
Por otro lado, como parte de los análisis, se realizó un cálculo de la velocidad media para todo el día de la red de rutas que se utiliza para la operación del OPERADOR, es de aproximadamente 14,98 Km/h. Igualmente se realizó el cálculo para cada hora del día, encontrándose que la hora más crítica se presenta para las 15:00 A 16:00 con un promedio de 13 Km/h por el aumento de la demanda de las personas que salen del trabajo o estudio . En las Figuras 9 a 11 se puede observar la velocidad media de la red analizada para las diferentes horas del día para cada tipo día (hábil, sábado y festivo). Para día hábil se puede observar en la Figura 9 que la velocidad casi que se mantiene para hora pico A.M (6:00 a 9:00) y hora valle (10:00 a 16:00) y para la hora pico P.M (17:00 a 20:00) cae por debajo de 15Km/h.

FIGURA 9: VELOCIDAD MALLA VIAL RUTAS OPERADOR DÍA HÁBIL.



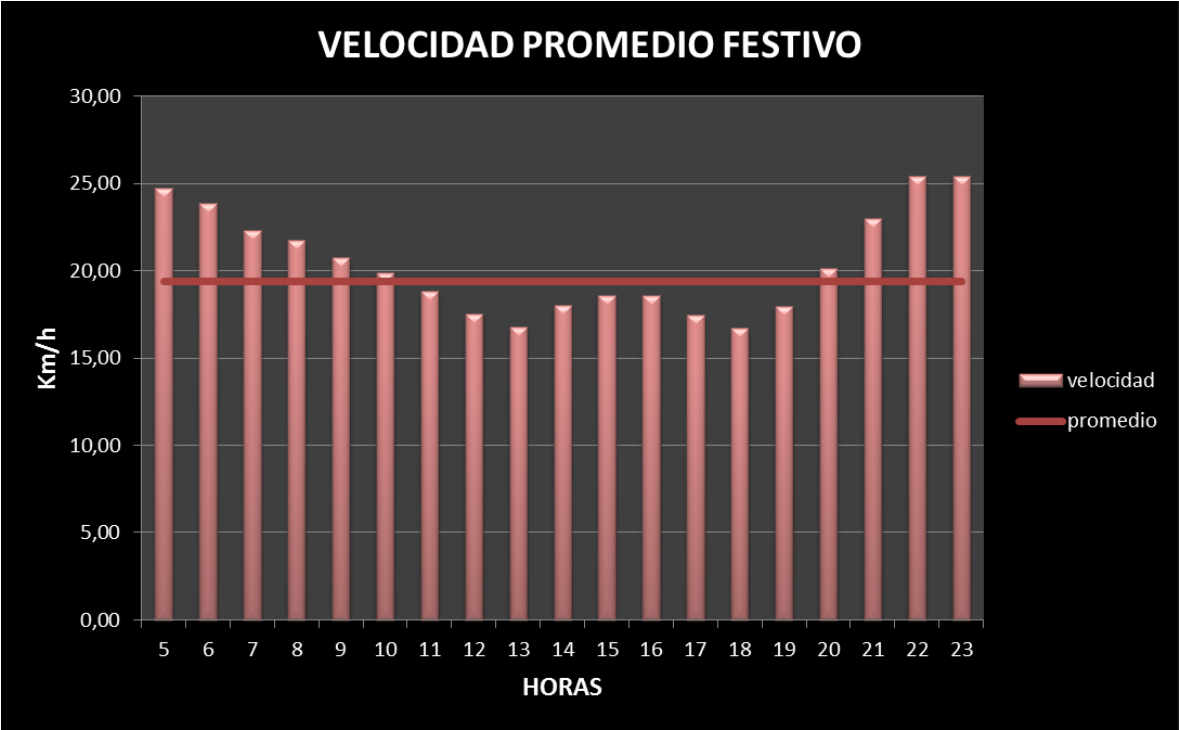
Fuente Propia

FIGURA 10: VELOCIDAD MALLA VIAL RUTAS OPERADOR DÍASABADO.



Fuente Propia

FIGURA 11: VELOCIDAD MALLA VIAL RUTAS OPERADOR DÍA FESTIVO.

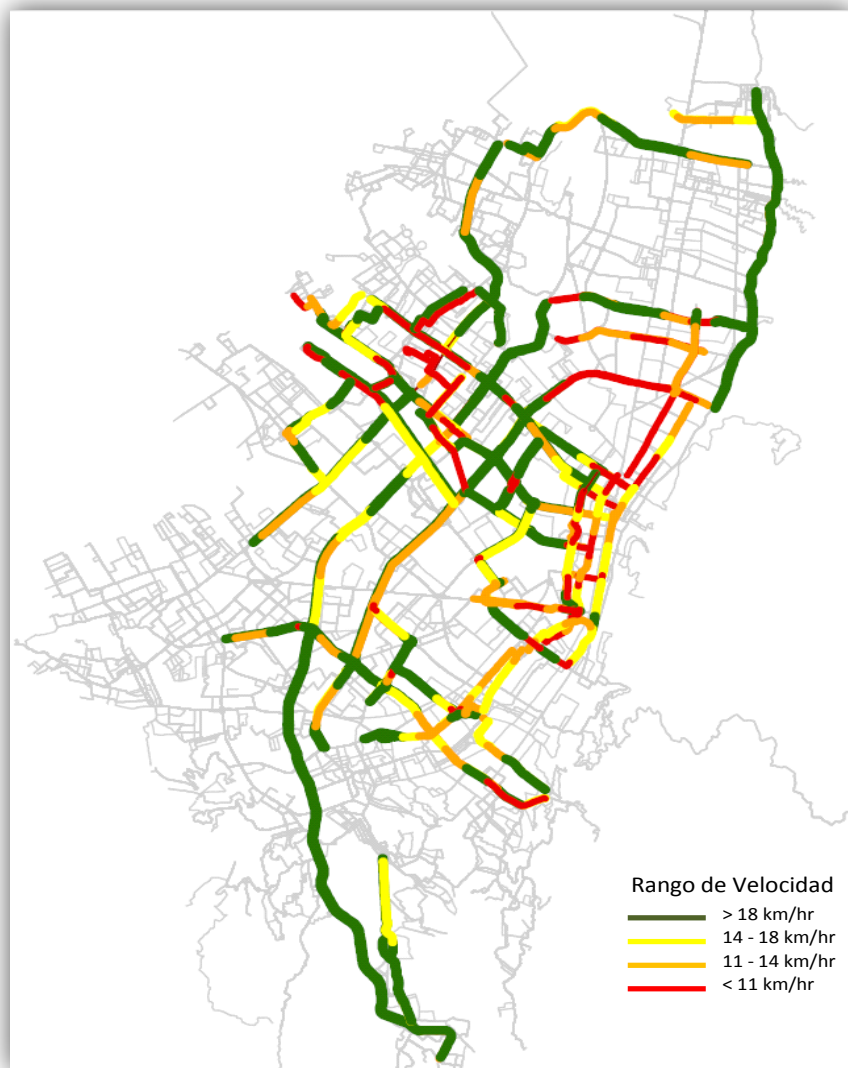


Fuente Propia

Así mismo, realizados los análisis sobre los corredores priorizados para las rutas del OPERADOR se pudo encontrar las velocidades medias para la operación de los mismos en día hábil. En la figura 10 se pueden observar los resultados obtenidos para el día y en las Figuras 12, 13 y 14 para los diferentes periodos de día hábil representando de color rojo los tramos más críticos y de color verde los tramos con velocidades superiores a 18 Km/h que en términos operacionales se consideran aceptables.

FIGURA 12: VELOCIDADES PICO AM – DÍA HÁBIL.

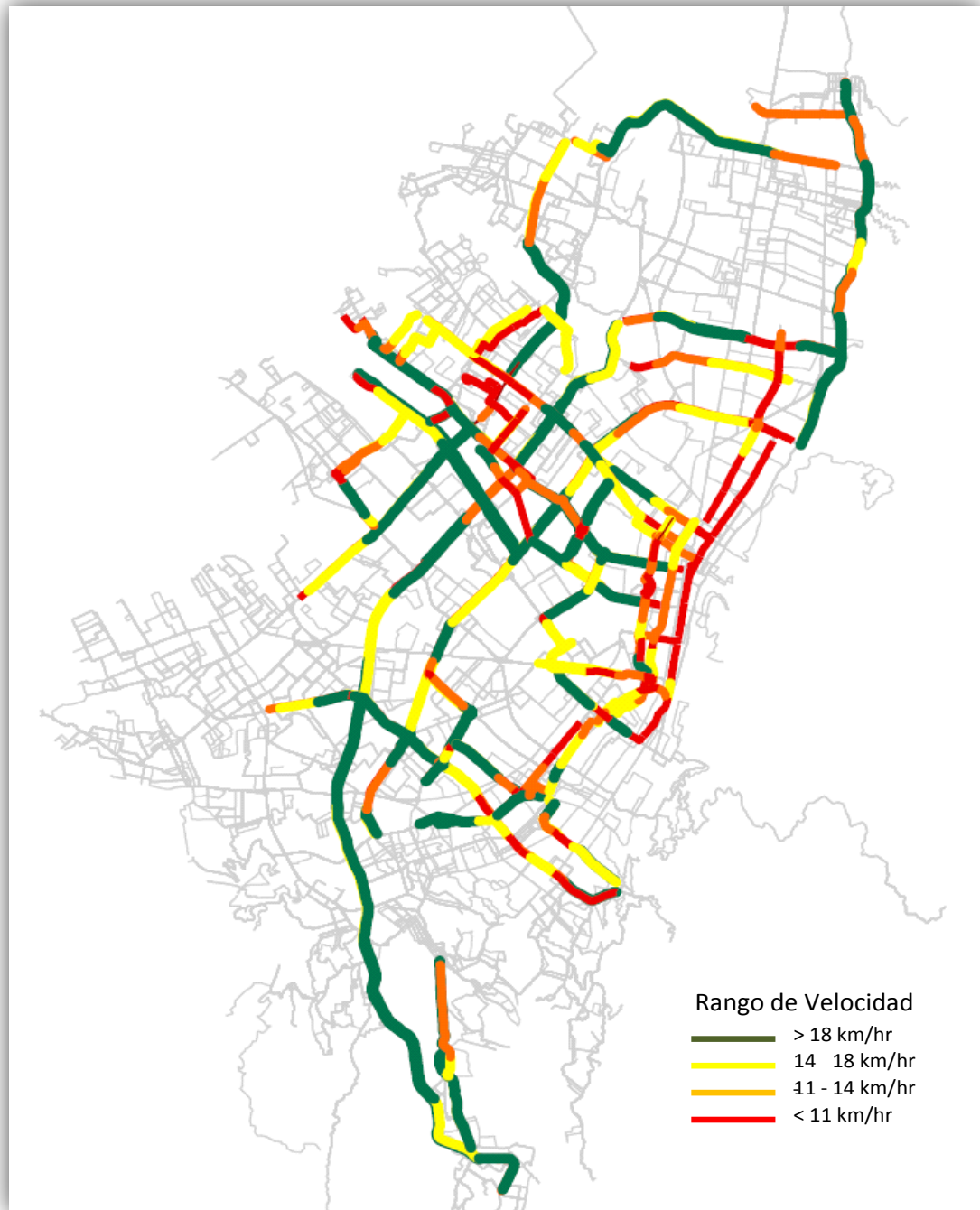
Grafo de corredores analizados para días hábiles caracterizados en colores los valores de velocidad.



Mapa elaborado en ARCGIS 10.2 fuente propia

FIGURA 13: VELOCIDADES PICO P.M. – DÍA HÁBIL

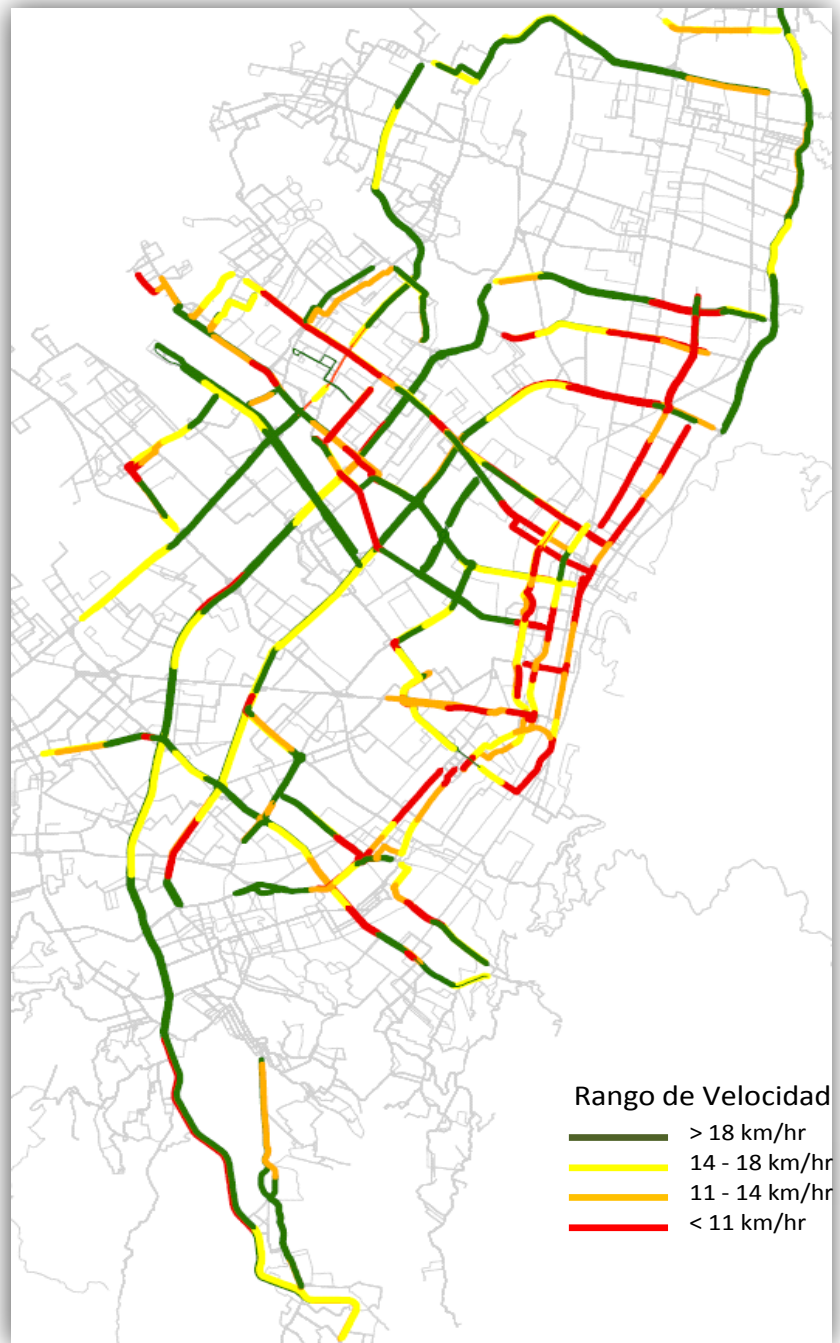
Grafo de corredores analizados para días hábiles caracterizados en colores los valores de velocidad.



Mapa elaborado en ARCGIS 10.2 fuente propia

FIGURA 14: VELOCIDADES VALLE – DÍA HÁBIL.

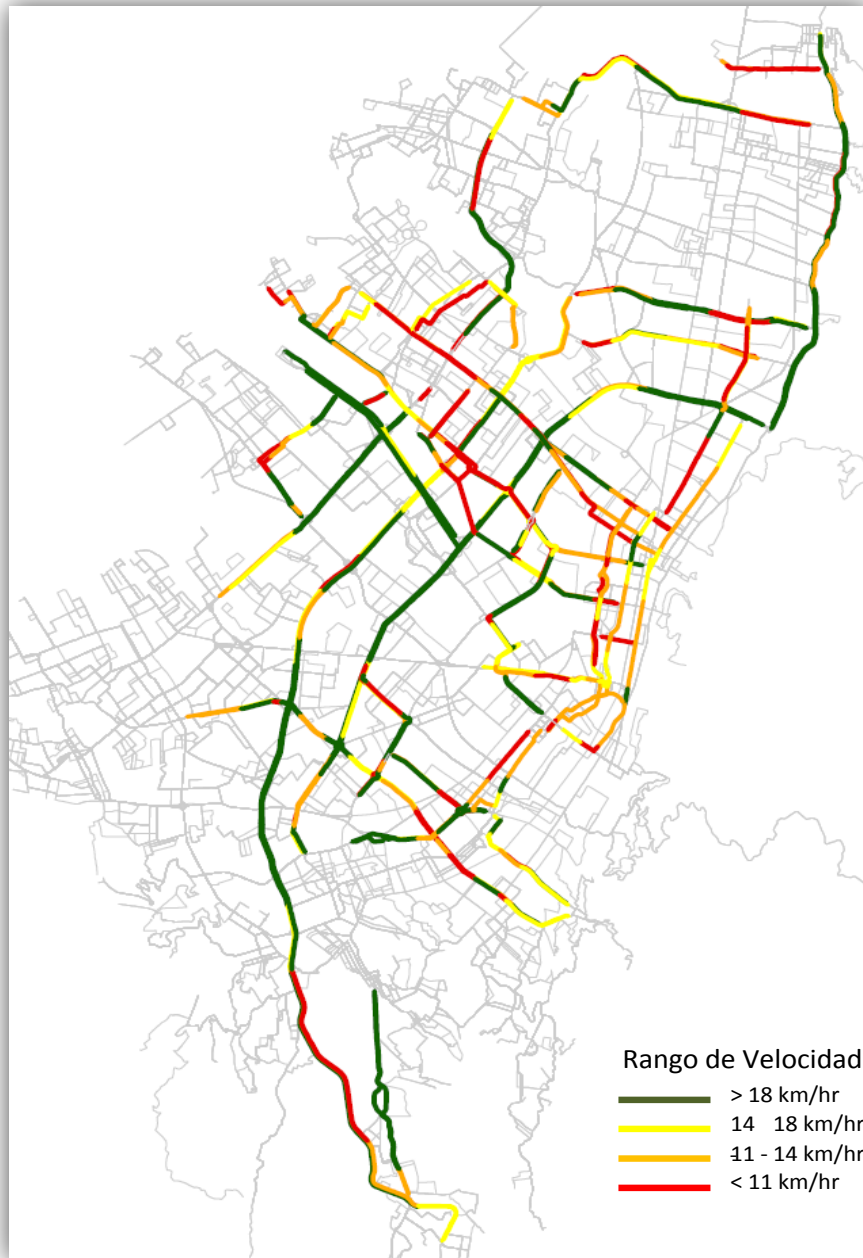
Grafo de corredores analizados para días hábiles caracterizados en colores los valores de velocidad.



Mapa elaborado en ARCGIS 10.2 fuente propia

De igual manera se pueden apreciar los tramos críticos de color rojo para los días sábado y festivo en las Figuras 15 a 17.

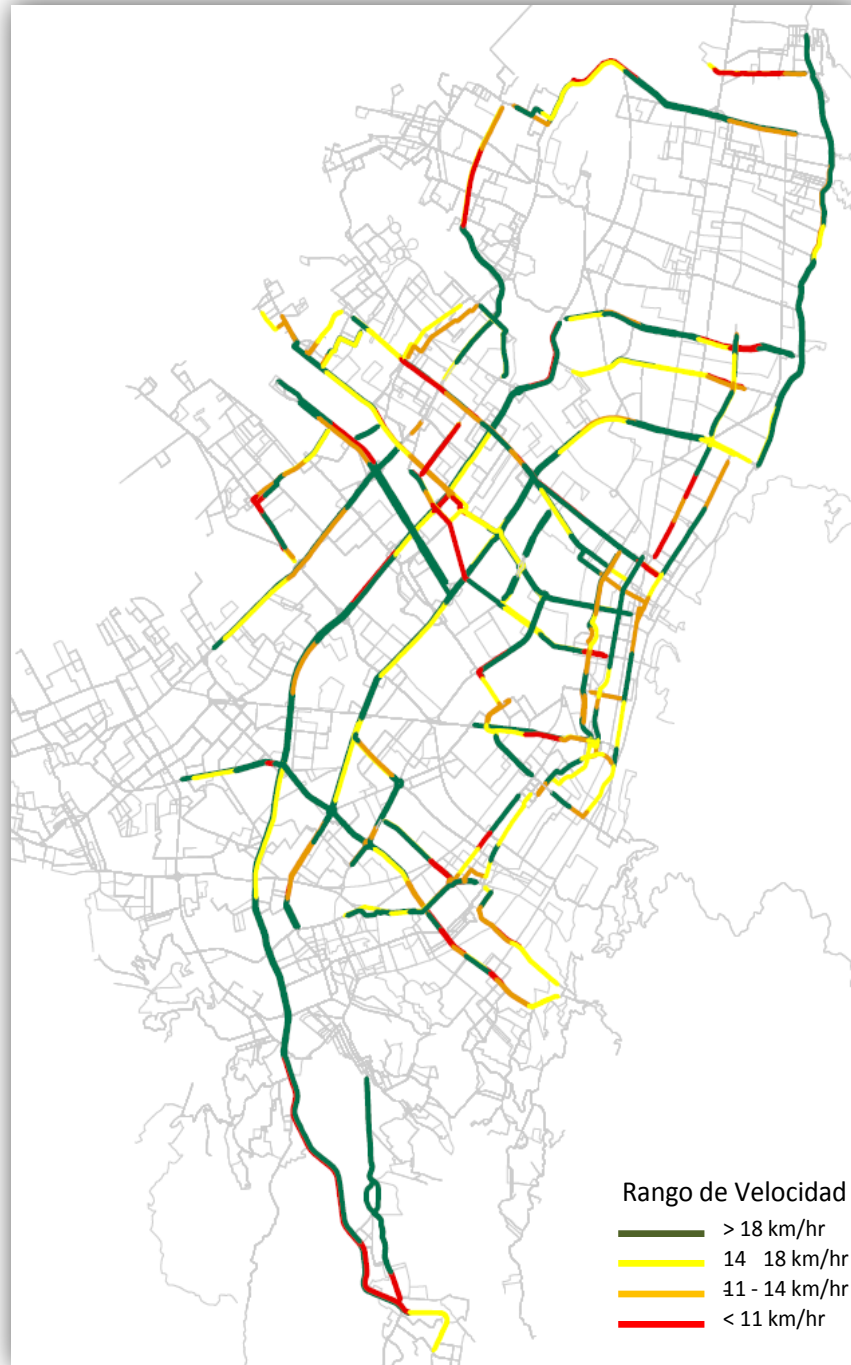
FIGURA 15: SABADO PICO AM (6:00 a 10:00).
Grafo de corredores analizados para días sábado caracterizados en colores los valores de velocidad.



Mapa elaborado en ARCGIS 10.2 fuente propia

FIGURA 16: FESTIVO (12:00 a 14:00)

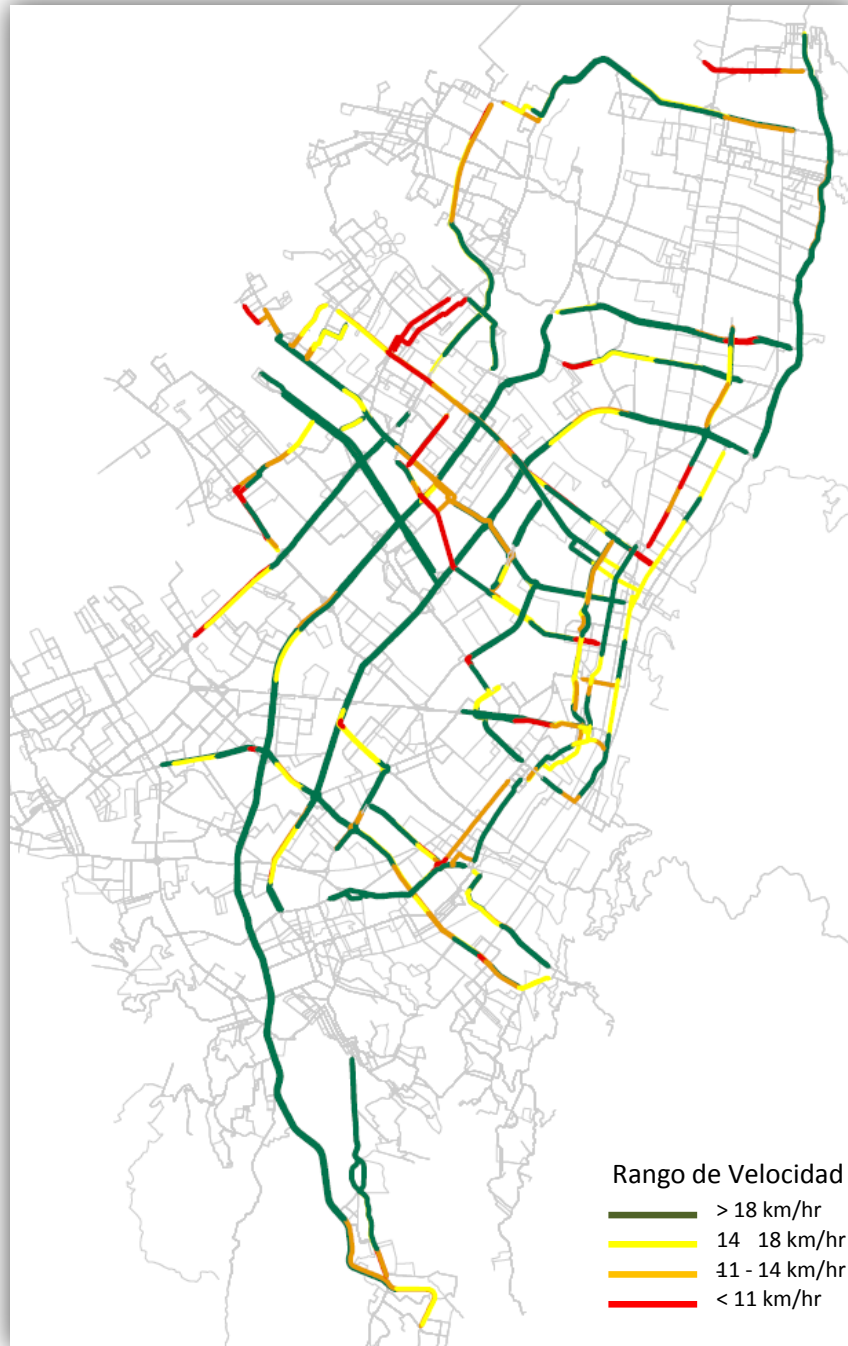
Grafo de corredores analizados para días festivos caracterizados en colores los valores de velocidad.



Mapa elaborado en ARCGIS 10.2 fuente propia

FIGURA 17: FESTIVO (16:00 a 20:00).

Grafo de corredores analizados para días festivos caracterizados en colores los valores de velocidad.



Mapa elaborado en ARCGIS 10.2 fuente propia

Mediante los grafos se pudo determinar el comportamiento de los corredores viales tramo a tramo; y en relación a esto se presentan los tramos críticos por corredor referenciados en la **TABLA 7.**

TABLA 7. TRAMOS CRITICOS

CORREDOR	TRAMOS
Av. Cr 7	CLL 165-CLL 153 _NS
	CLL 153-CLL 147 _NS
Av. Boyacá	CLL13-CLL12 _NS
	AV CARACAS-CLL 92 A BIS _NS
	AV 1 DE MAYO-AV AMERICAS(CLL 7A) _SN
	AV AMERICAS(CLL 7A)-CLL12 _SN
	CLL12-EASY CLL13 _SN
Av. Cr 68	CR 9-CR 16 _NS
	CR 16-AV SUBA _NS
	AV SUBA-CLL 80 _NS
	CLL 13-AV AMERICAS _NS
	CLL 30 SUR-AUTOPISTA SUR _NS
	AUTOPISTA SUR-DG 47 SUR _NS
	CR 18-CR 9 _SN
	AV 1 DE MAYO-AV AMERICAS _SN
	AV AMERICAS-CLL 13 _SN
	CR 18-CR 9 _SN
Calle 116	CR 14-CR 18 _EW
	CR 50-AV SUBA _EW
	AV SUBA-CR 71 _EW
	CR 14-CR 18 _EW
	CR 71-CR 70 C _WE
calle 127	CR 11 B-CR 15 _EW
	CR 15-CR 20 _EW
	AV SUBA-CR 72 _EW
	CR 20-CR 16 _WE
	CR 16-CR 12 _WE
	AV BOYACÁ-AV SUBA _WE
Calle 24-19	CR 11-CR 17 _EW
	CR 50-CR 47 _WE
Carrera 24	DG 59-CLL 52 _NS
	CLL 52-CLL 47 _NS
	CLL 47-CLL45 _NS

CORREDOR	TRAMOS
	CLL 34-CLL 28 _NS
	CLL 54-DG 61 D-SN
	CLL 63-CLL 66 _SN
	CLL 39 A-CLL 45 _SN
	CLL 19- CLL 17 _NS
Carrera 27-23	CLL 13-DE LOS COMUNEROS _NS
	DE LOS COMUNEROS-CLL 3 _NS
	CLL 3-CLL 1 G _NS
	CLL 1 A-CLL 14 sur _NS
	CLL 14 sur-CLL 18 sur _NS
	CLL 18 sur-CLL 27 sur
	CLL 1 A-CLL 14 sur _NS
	CLL 1 A-CLL1 F _SN
Calle 63	CR 20-CR 24 _EW
	AV CR 68-CR 70 _EW
	CR 70-CR 71 C _EW
	CR 71 C-CR 77 _EW
	TV 113-CR 116 A _EW
	CR 18-AV CARACAS _WE
	CR 119-CR113 B _W-E
	CR 74-CR 71 _WE
	CR 110-CR 96 _WE
	CR 74-CR 71 _WE
	CR 71-CR 70 _WE
	CR 18-CR 93 _WE
Calle 68	CR 24-CR 57 _EW
	CR 67-CR 69 _EW
	CR 26-CR 17 _WE
	CR 17-CR 11 _WE
Calle 72	CR 11-CR 17 _EW
	CR 17-CR 24 _EW
	NQS-CR 68 G _EW
	CR 68 G-AV CR 69 H _EW
	CR 74-CR 77 _EW
	CR 77 A-AV C CALI _EW
	CR 96-AV C CALI _WE
	AV C CALI-CR 74 _WE
	AV BOYACÁ-AV CR 68
	CR 17-CR 11 _WE

CORREDOR	TRAMOS
	CR 72 A-CR 74 WE
	CR 105-CR 96 WE
	CR 96-AV C CALI WE
	AV C CALI-CR 74 WE
	AV BOYACÁ-AV CR 68
	CR 24-CR 17 WE
	CR 17-CR 11 WE
Carrera 11-13	CLL 98-CLL 90 NS
	CLL 90-CLL 82 NS
	CLL 82-AV CHILE (CLL72)
	AC CHILE (CLL72)-CLL 66 NS
	CLL 66-CLL 61 NS
	CLL 61-CLL 57 NS
	CLL 57-CLL 46 NS
	CLL 46-CLL 44 NS
	CLL 44-CLL 34 NS
	CLL 27-CLL 20 NS

Para identificar con claridad los problemas de movilidad en relación con la velocidad de operación, se realizaron grafos que permitieron puntualizar las zonas conflictivas y la conectividad de las mismas entre corredores; para ello se realizaron mapas de la ciudad donde se resalta de color rojo los tramos críticos presentados a continuación.

En la siguiente figura se aprecia los tramos críticos para el día hábil en el periodo comprendido entre las 6:00 hasta las 9:00.

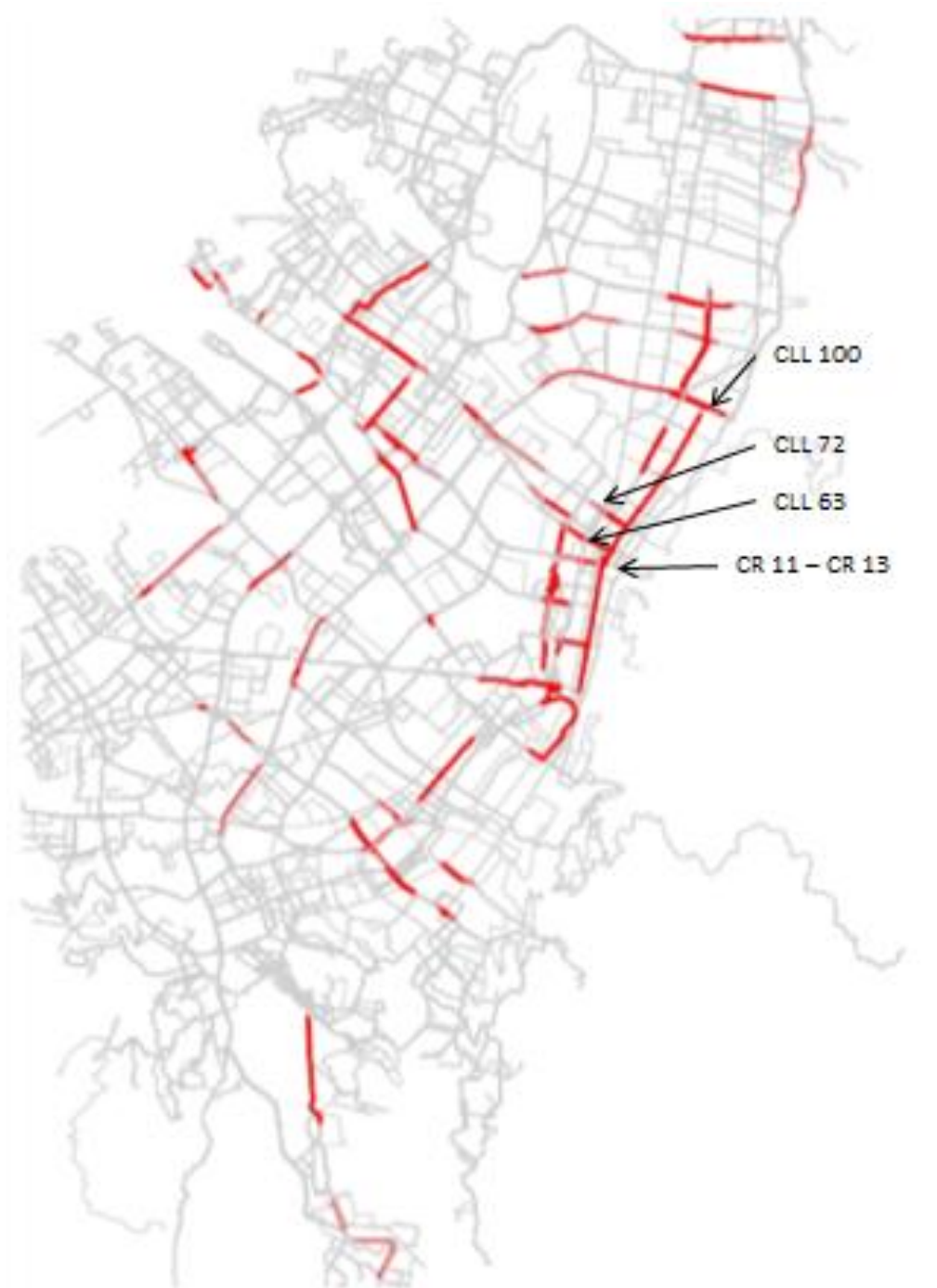
FIGURA 18: TRAMOS CRITICOS PICO AM HÁBIL



Mapa elaborado en ARCGIS 10.2 fuente propia

En la figura 19 se aprecia los tramos críticos de color rojo para el día hábil en el periodo comprendido entre las 17:00 hasta las 20:00, observando la integración de tramos entre corredores como en la carrera 11 carrera 13, calle 100, calle 63 y calle 72.

FIGURA 19: TRAMOS CRITICOS PICO PM HÁBIL



Mapa elaborado en ARCGIS 10.2 fuente propia

En las figuras 20 y 21 se aprecian algunos tramos críticos para los días sábado y festivo.

FIGURA 20: TRAMOS CRITICOS HORA PICO SABADO



Mapa elaborado en ARCGIS 10.2 fuente propia

FIGURA 21: TRAMOS CRITICOS HORA PICO FESTIVO



Mapa elaborado en ARCGIS 10.2 fuente propia

6. ESTRATEGIAS DE MEJORAMIENTO

Para generar estrategias que permitan mejorar el nivel de servicio del SITP en función de la velocidad en el recorrido de la rutas que se analizaron para los 10 corredores de estudio; es necesario tener en cuenta que: “existen dispositivos de control de tránsito los cuales pueden ser agrupados en 2 grupos (señalamiento vial y semáforos) cuyo propósito es ayudar a garantizar un operación segura de la infraestructura y facilitar el tránsito.” (CARDENAS, 2007). Pero también es importante tener en cuenta el estado de la infraestructura vial para el transporte público en la ciudad e identificar la situación actual de la infraestructura adicional para el mantenimiento de las unidades.

Los principales elementos de dicha infraestructura los podemos agrupar en tres tipos:

1. Zonas de estacionamiento
2. Zonas de talleres
3. Zonas complementarias

En la **tabla 6** se observa los tramos con velocidades críticas inferiores a 11 KM/h; para determinar las causas de la reducción de la velocidad de operación se tuvo en cuenta tres aspectos importantes como:

1. Infraestructura
2. Señalización
3. semaforización

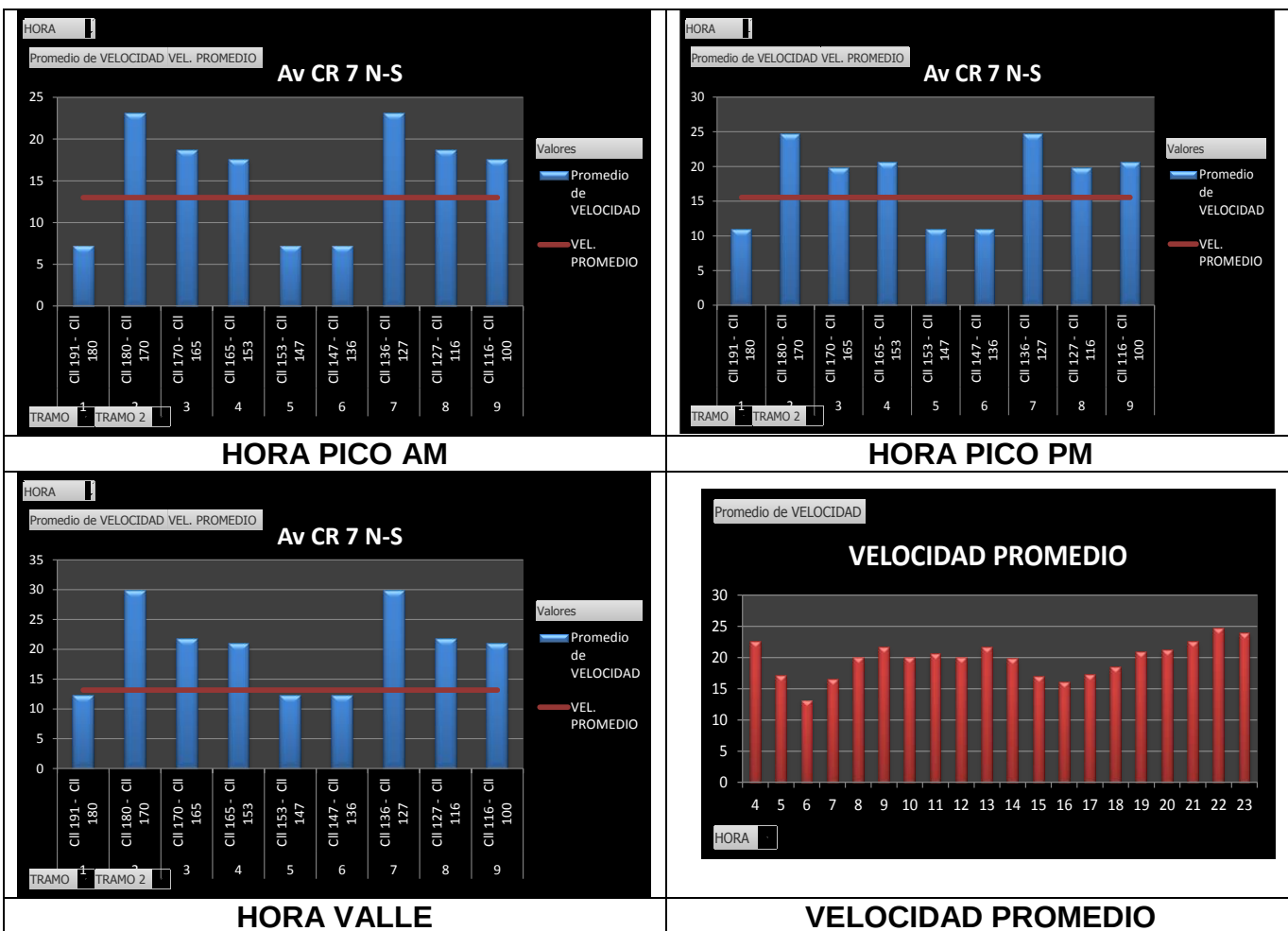
Al realizar el trabajo de campo pertinente y verificar estos aspectos en cada uno de los tramos señalados en la **tabla 7** se encontraron las siguientes problemáticas.

6.1 PROBLEMÁTICA POR TRAMOS

6.1.1 AV CARRERA 7

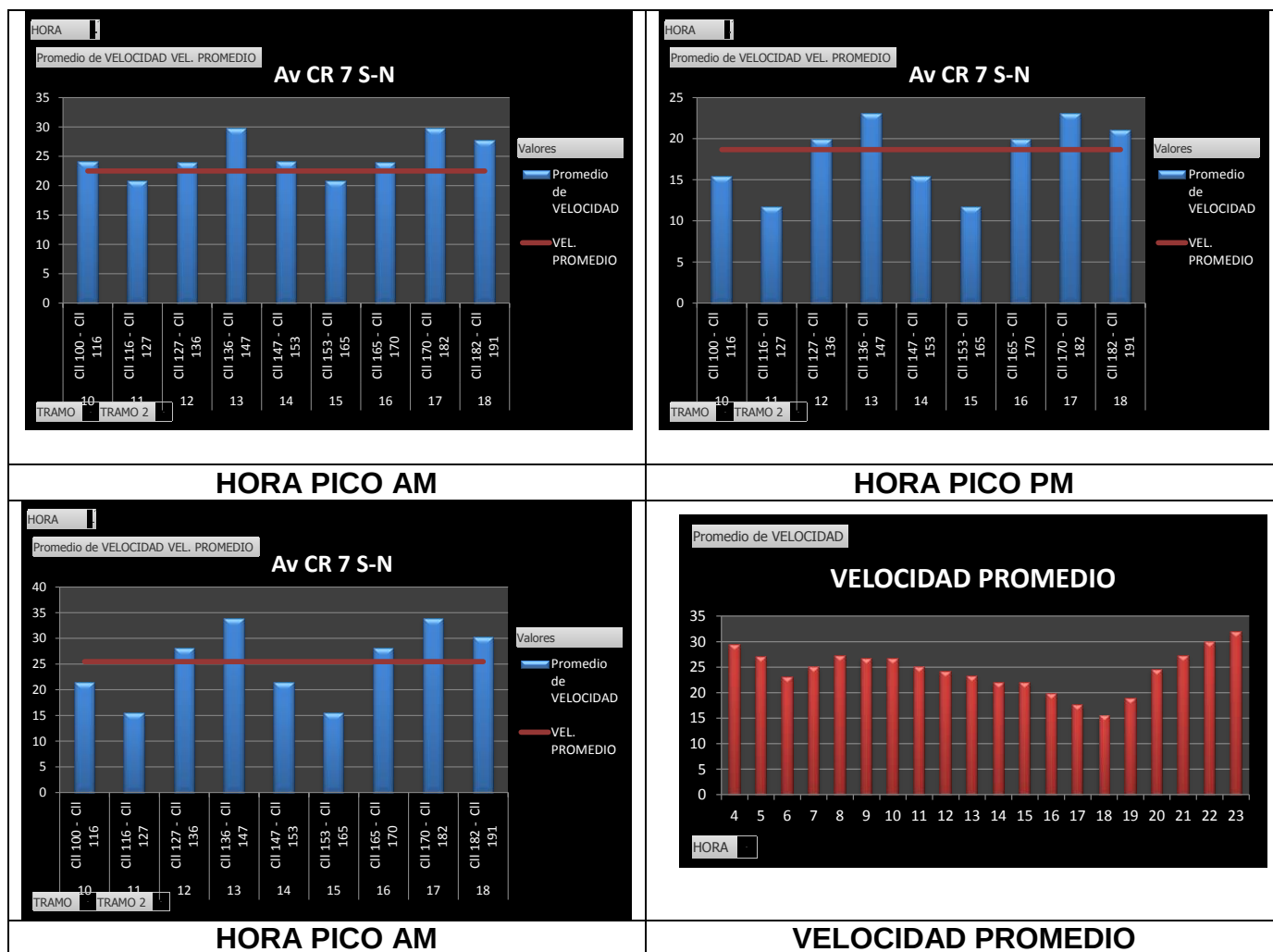
Para la Carrera 7 en el sector analizado se encontró que su velocidad media de operación está aproximadamente en 16 Km/h en el sentido N-S, siendo el periodo entre las 5:00 y las 8:00 A.M el más crítico de la mañana como se aprecia en la figura 22 y entre las 15:00 y las 18:00 el de la tarde. En 20 Km/h en el sentido S_N caracterizado en la figura 23.

FIGURA 22: VELOCIDAD POR TRAMO CARRERA 7 SENTIDO N-S HÁBIL.



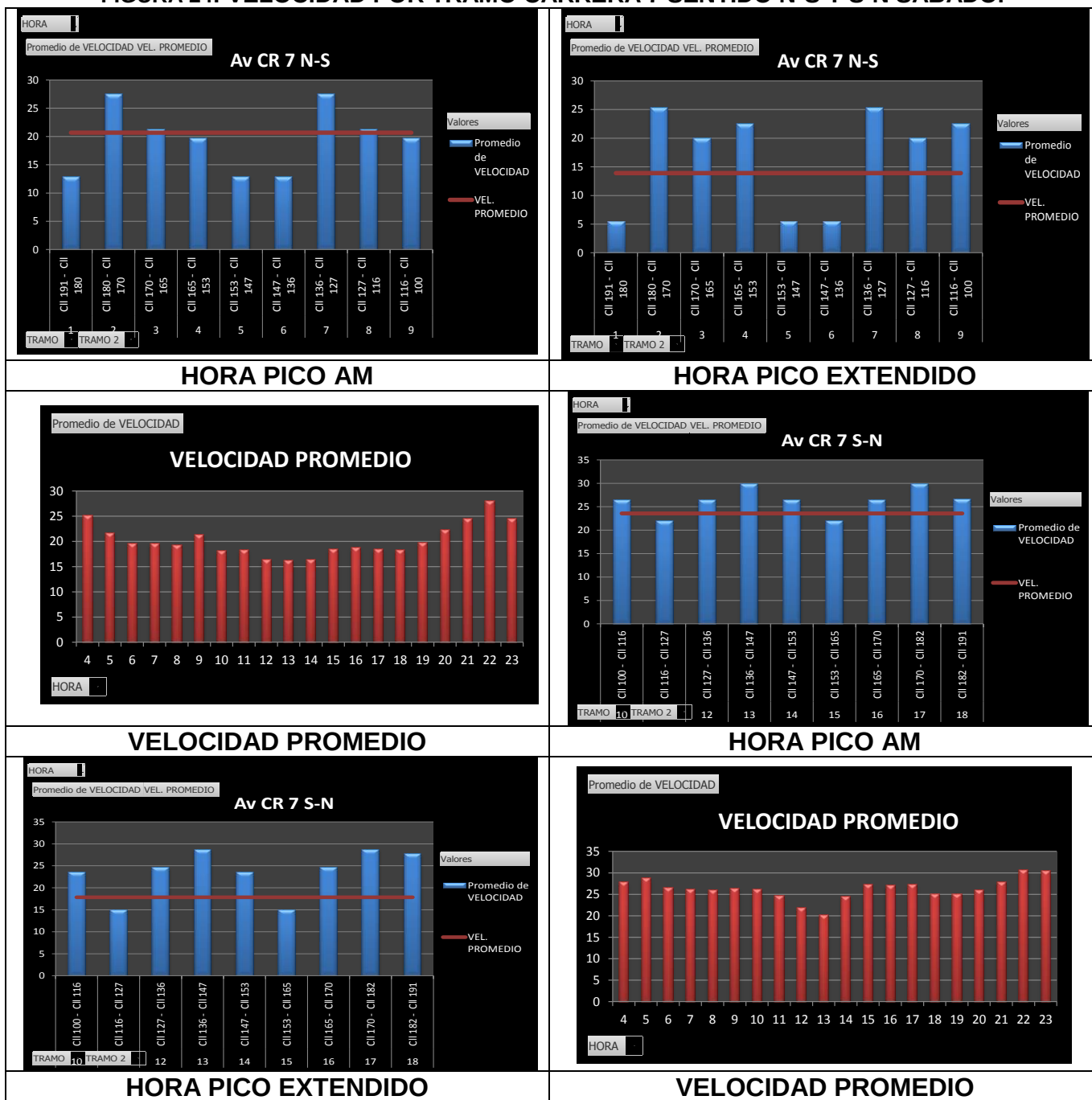
Se puede observar que los tramos más críticos en la carrera 7 son los tramos 1, 5, 6 para las horas pico am, pm y valle en el sentido N-S

FIGURA 23: VELOCIDAD POR TRAMO CARRERA 7 SENTIDO S-N HÁBIL.



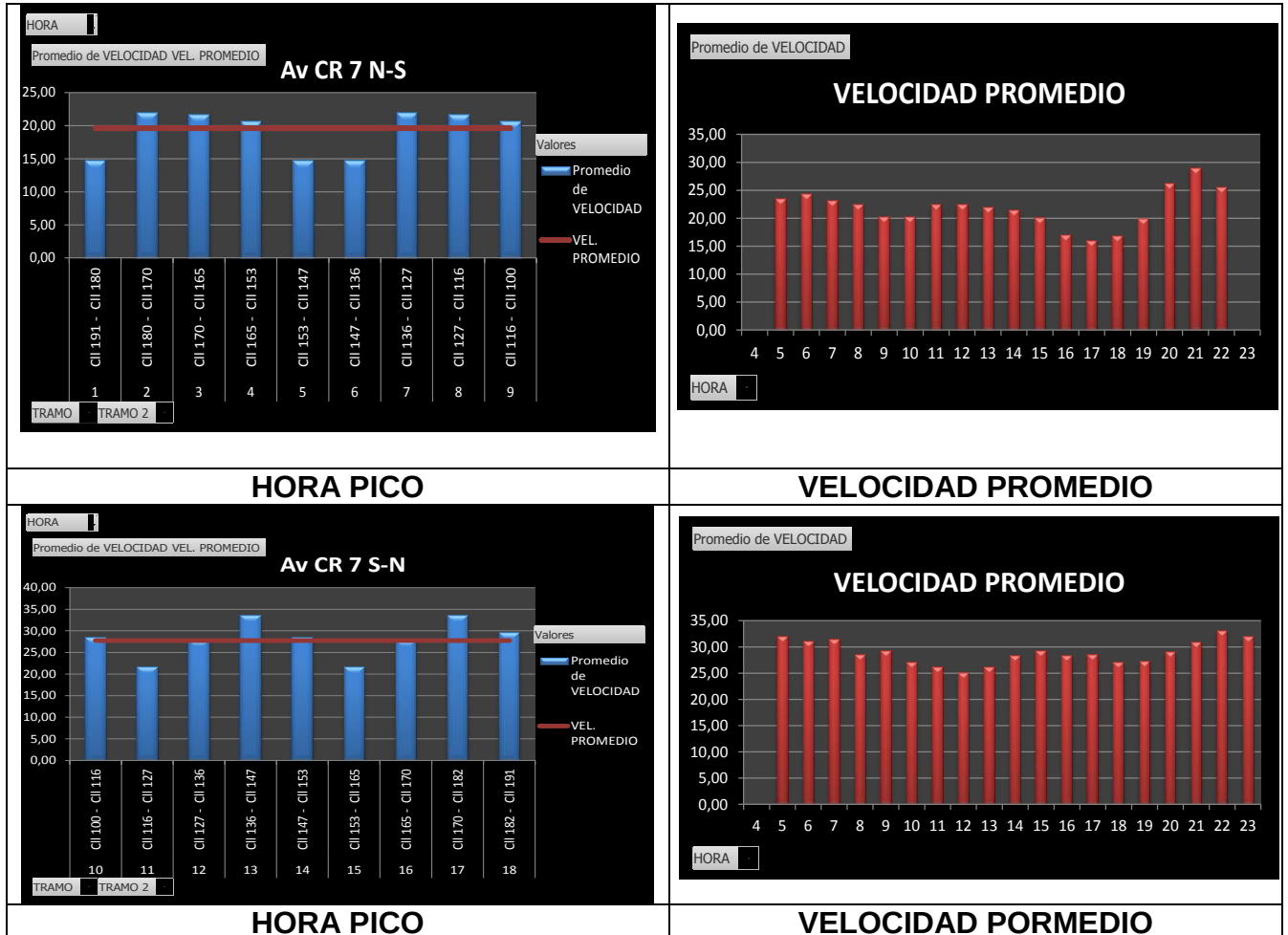
De igual manera se presentan los datos obtenidos para el día sábado y festivo en las figuras 24 y 25 respectivamente, donde se aprecian algunos tramos críticos que permanecen en la operación del fin de semana.

FIGURA 24: VELOCIDAD POR TRAMO CARRERA 7 SENTIDO N-S Y S-N SÁBADO.



La figura 24 nos muestra que los tramos más críticos son los 1, 5 y 6 en sentido N-S en el pico extendido comprendido entre 12:00 a 15:00.

FIGURA 25: VELOCIDAD POR TRAMO CARRERA 7 SENTIDO N-S Y S-N FESTIVO.



En la Figura 26 se puede apreciar parte de la problemática del corredor, como por ejemplo la presencia de parqueo en vía y la localización de algunos paraderos, que afecta la velocidad del corredor analizado debido a su cercanía a intersecciones.

En el tramo objeto de estudio, otra problemática adicional a la velocidad son las zonas de parqueo, los tipos de giros entre otros; las cuales se evidencian en las siguientes figuras.

FIGURA 26: PROBLEMÁTICA CARRERA 7.



**Parqueo de vehículos en la vía
Carrera 7 con 162**



**Paradero 245A01cerca a semáforo
carrera 7 con Av. Contador (Calle
134)**



**Giro a la izquierda y regulación de
buses duales a pocos metros.**



**Paradero 170A01 retorno de buses
duales**

6.1.2 AV BOYACA

Para la Avenida Boyacá en el sector analizado se encontró que su velocidad media de operación está aproximadamente en 17 Km/h en el sentido N-S, siendo el periodo entre las 4:00 y las 8:00 P.M el más crítico del día. En las Figuras 27 a 30 se aprecia el comportamiento del corredor en cada uno de sus sentidos, observando los tramos más críticos para la operación.

FIGURA 27: VELOCIDAD POR TRAMO AV. BOYACA SENTIDO N-S HÁBIL

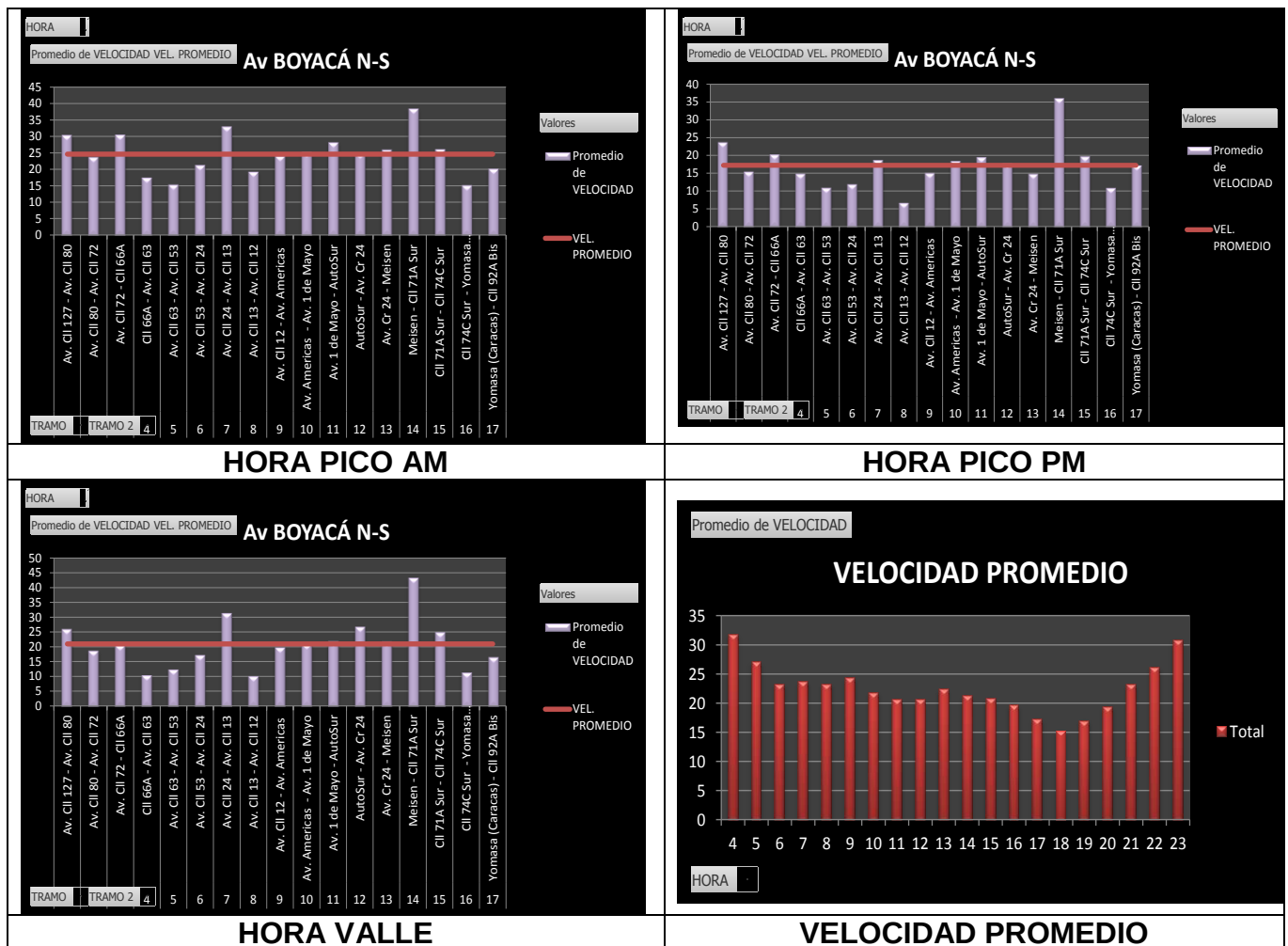


FIGURA 28: VELOCIDAD POR TRAMO AV. BOYACA SENTIDO S-N HÁBIL

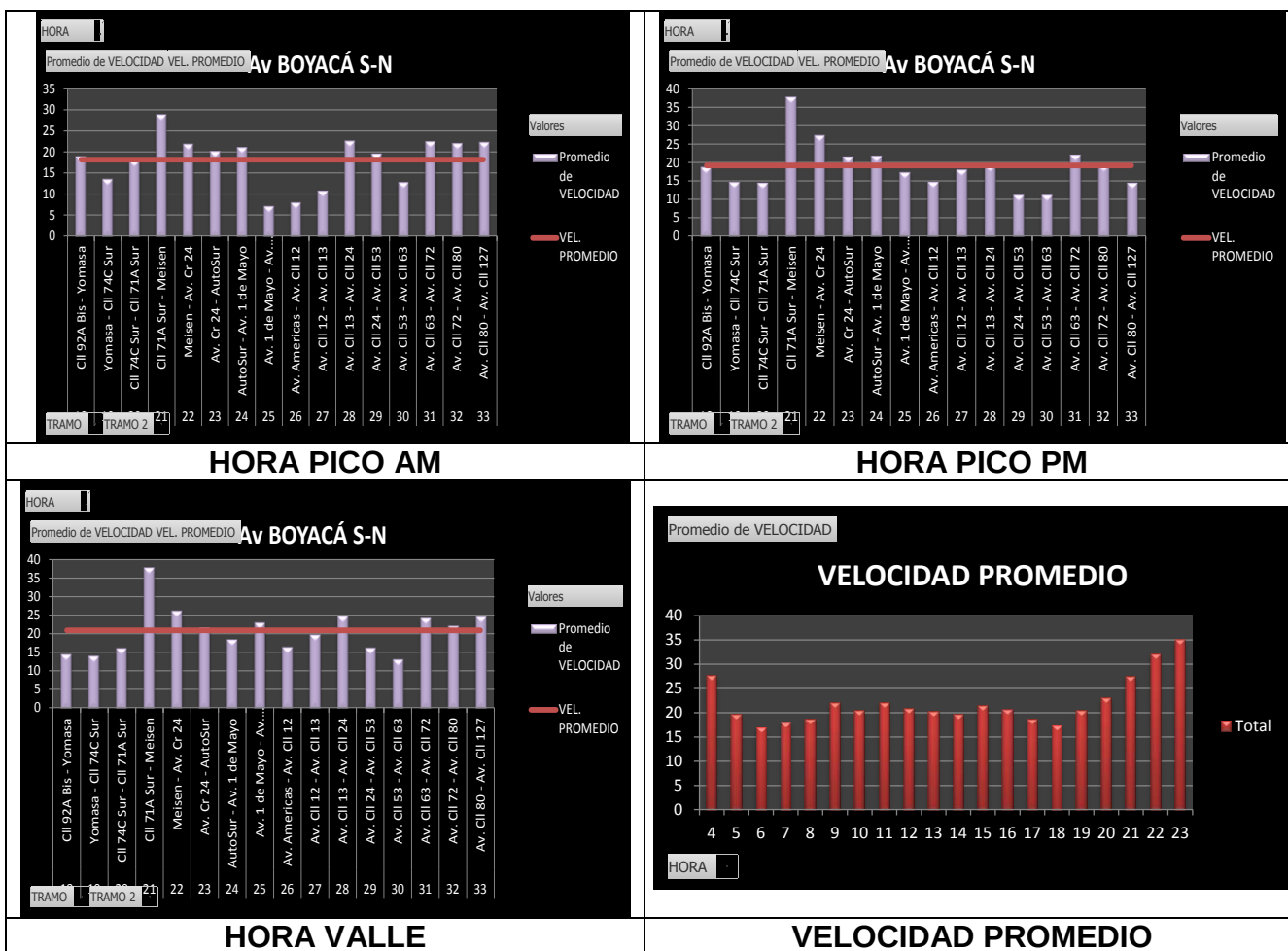


FIGURA 29: VELOCIDAD POR TRAMO AV. BOYACÁ SENTIDO N-S Y S-N SÁBADO

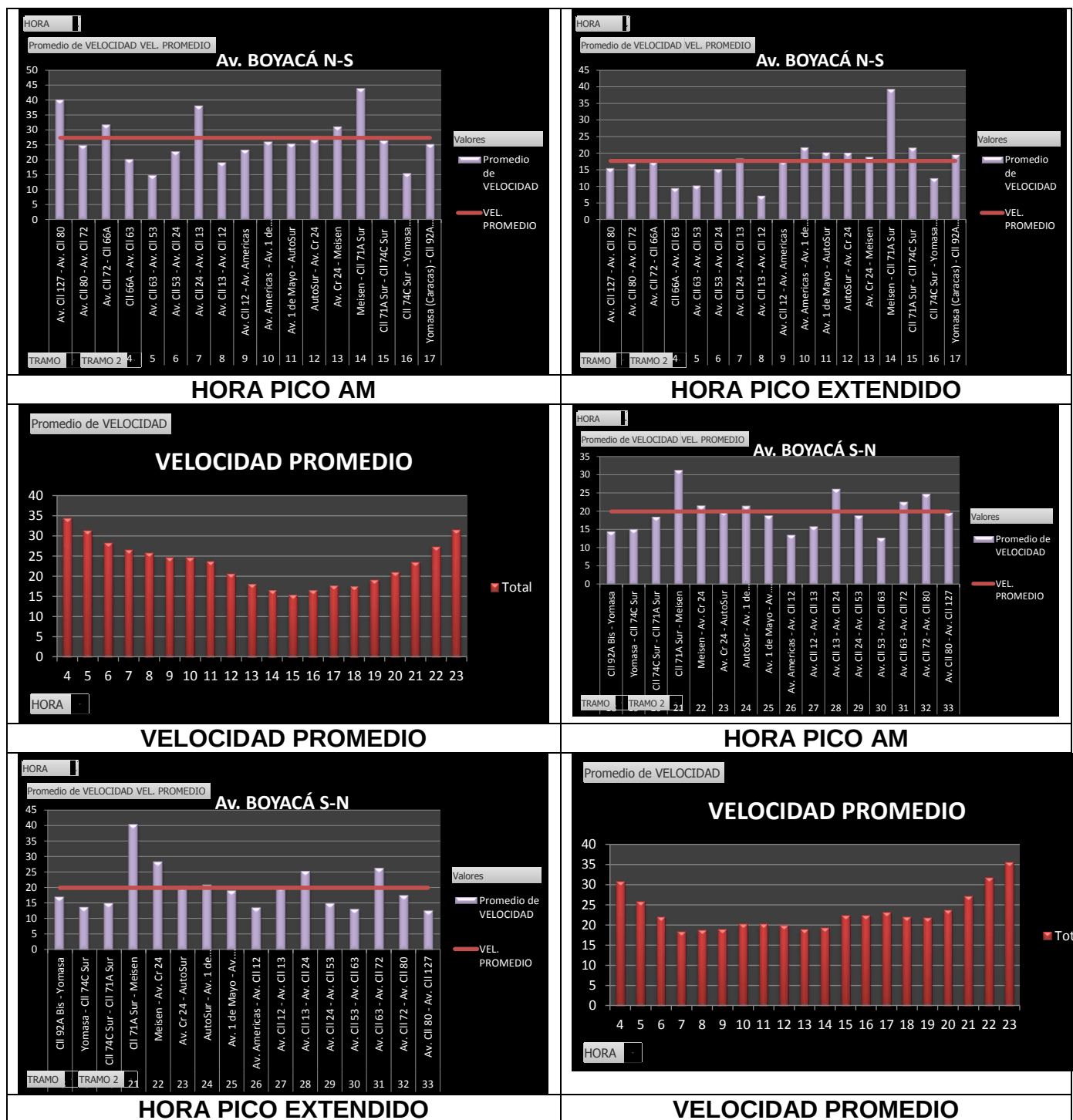
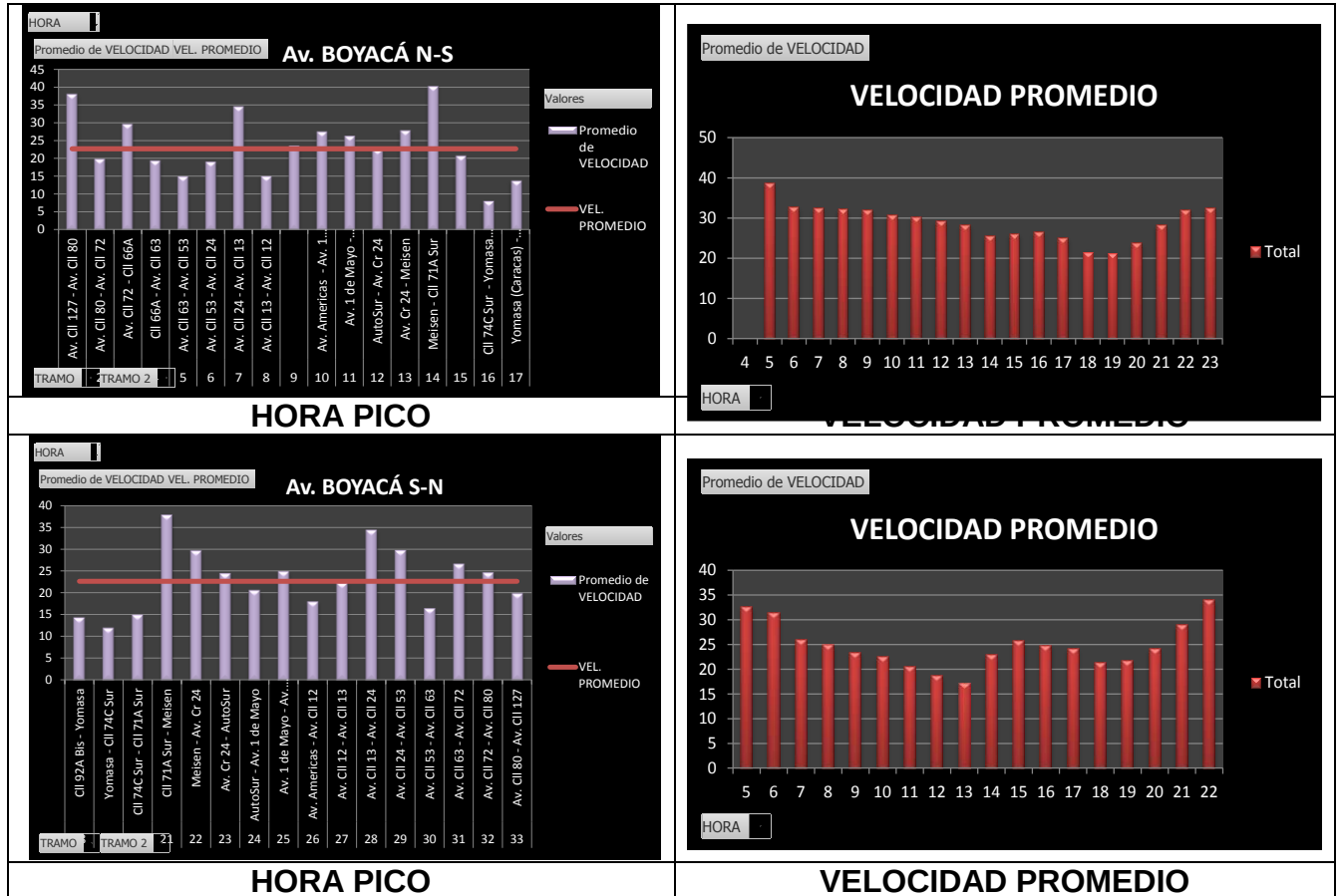


FIGURA 30: VELOCIDAD POR TRAMO AV. BOYACA SENTIDO N-S Y S-N FESTIVO



En la figura 31 se pueden apreciar algunos problemas detectados en la Av. Boyacá, como por ejemplo el desaprovechamiento de la infraestructura de paraderos existente en el corredor, el exceso de rutas en un mismo módulo de parada, generando concentraciones de pasajeros en un solo modulo; y otros problemas detectados a lo largo del corredor.

FIGURA 31: PROBLEMÁTICA AVENIDA BOYACA.

	
Desaprovechamiento de módulos (Calle 53). 130A05 S-N	Capacidad insuficiente del paradero 055A07 (AV.BOYACA x CI 13).
	
Ascenso y descenso de pasajeros del TPC, en sitios que generan congestión, cercanos a las intersecciones.	Conflicto Intersección giro izquierdo (Av. Boyacá x CI 12) debido a la necesidad del giro izquierdo Norte – Oriente.



Capacidad insuficiente 107 A07 (AV. BOYACÁ x Cl 10). Rutas asignadas a un solo módulo. Alta demanda de usuarios. Utilizar el módulo contiguo y repartir rutas.

Uno de los grandes problemas que se pudo identificar en la Av. Boyacá, es el inadecuado funcionamiento de la intersección de la Calle 63 que normalmente presenta bloqueos en las horas pico. Para esta intersección, en el capítulo de mejoras propuestas se presenta un mayor detalle de la problemática y la solución propuesta.

6.1.3 AV CARRERA 68

En el análisis de la Carrera 68 se incluye la Calle 100, ya que esta vía se convierte en la calle 100 en el norte de la ciudad. En las Figuras 32 a 35 se pueden observar los resultados encontrados para el corredor analizado en cada sentido de circulación, destacando la baja velocidad de algunos tramos en el periodo de la tarde especialmente. En el sentido NS el periodo de más baja velocidad se presenta en el pico de la tarde, mientras que el sentido SN se presenta en los periodos pico AM y pico PM.

FIGURA 32: VELOCIDAD POR TRAMO AV. CRA 68 SENTIDO N-S HÁBIL

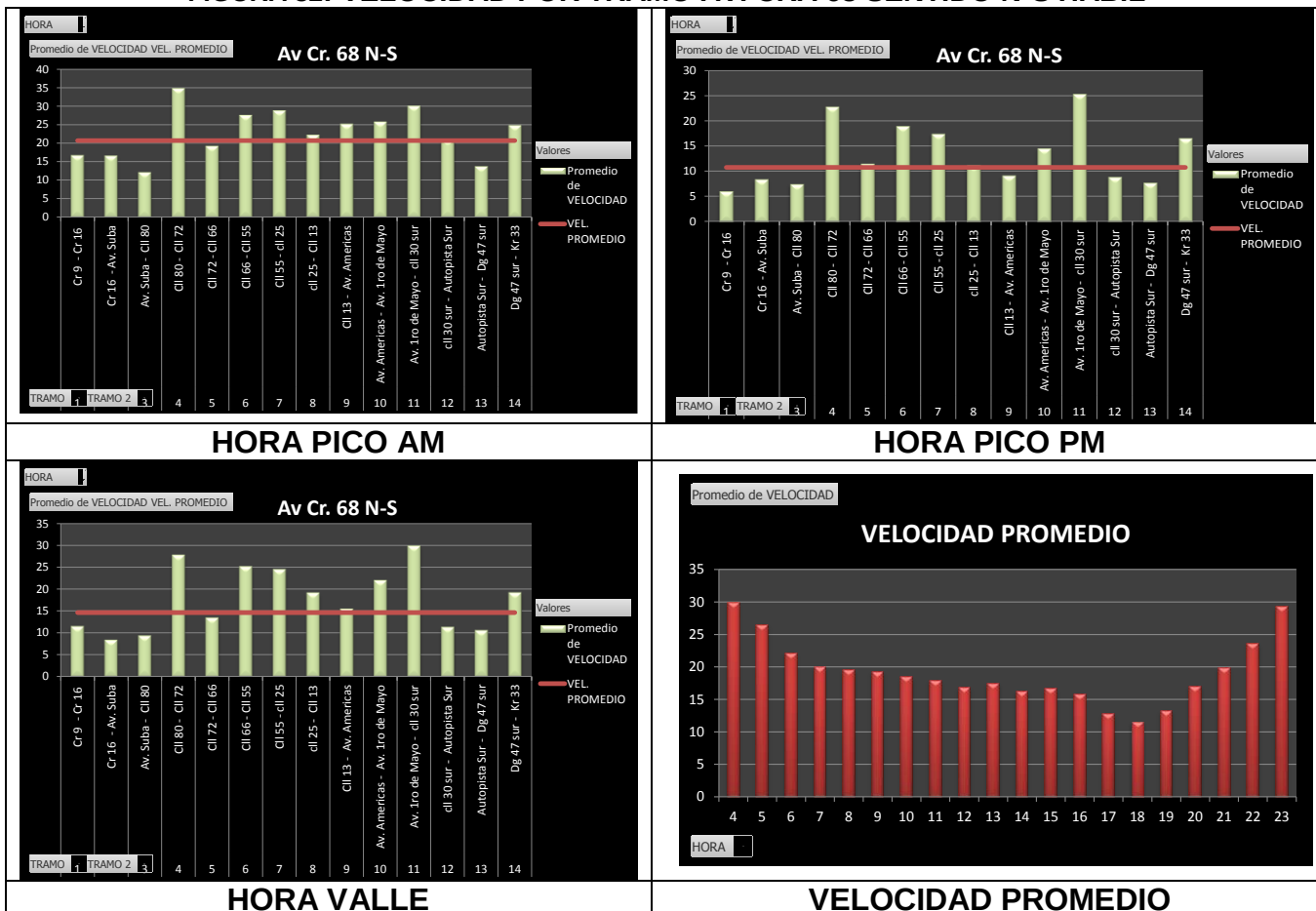
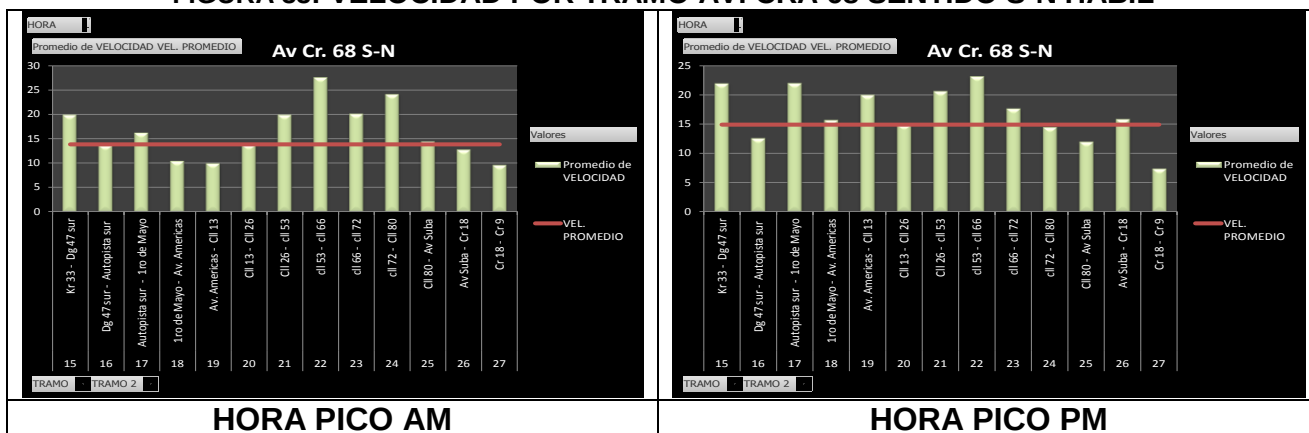
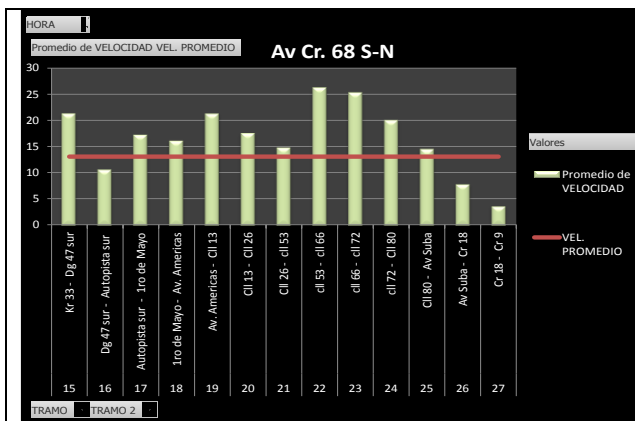


FIGURA 33: VELOCIDAD POR TRAMO AV. CRA 68 SENTIDO S-N HÁBIL



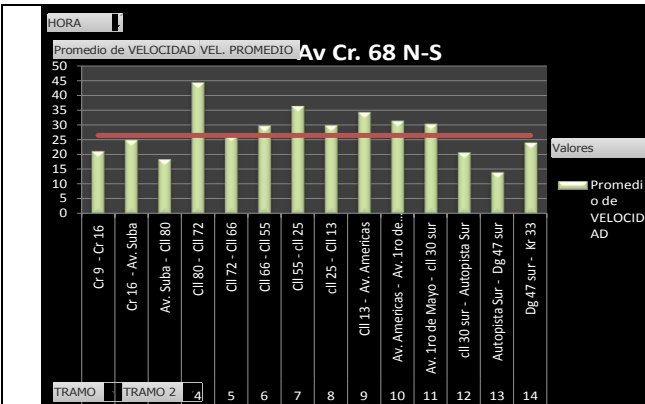


HORA VALLE

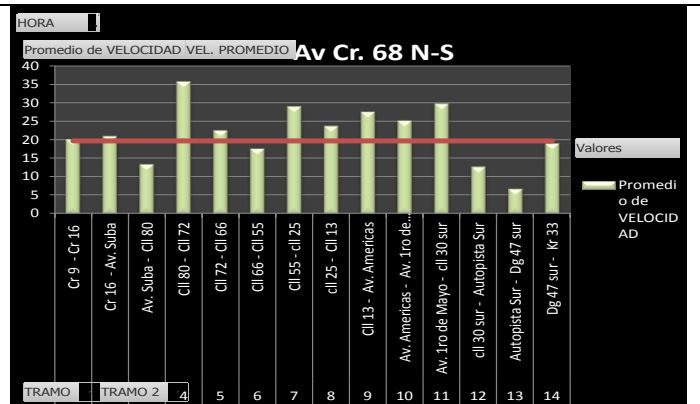


VELOCIDAD PROMEDIO

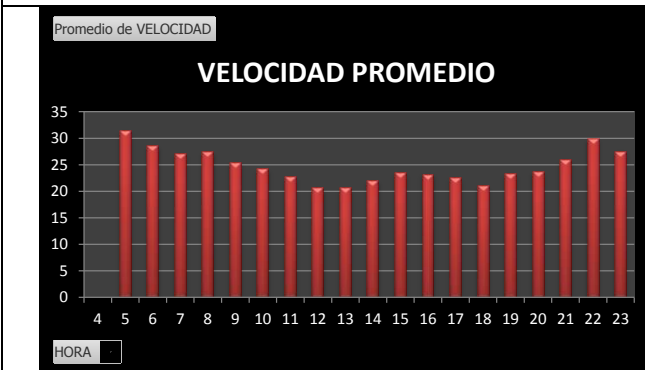
FIGURA 34: VELOCIDAD POR TRAMO AV. CRA 68 SENTIDO N-S Y S-N SÁBADO



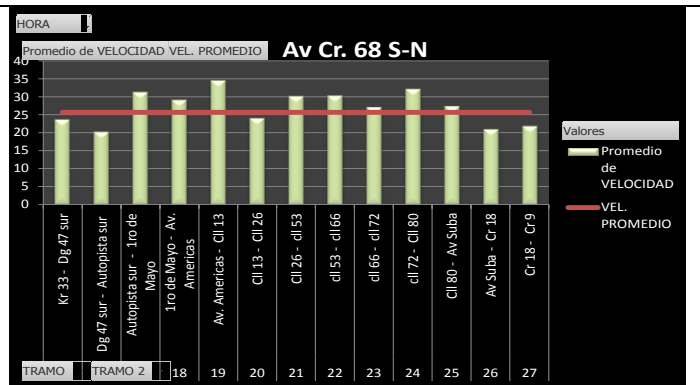
HORA PICO AM



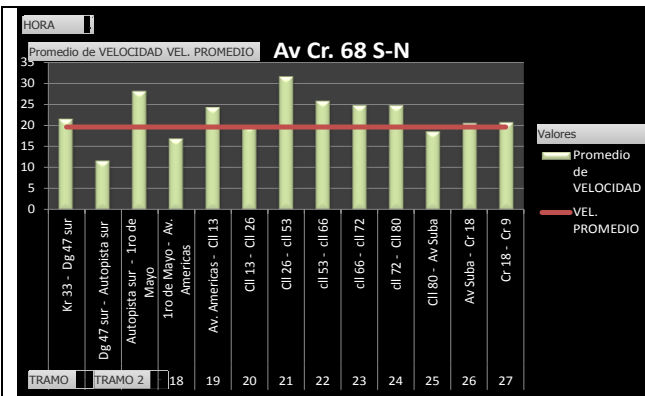
HORA PICO EXTENDIDO



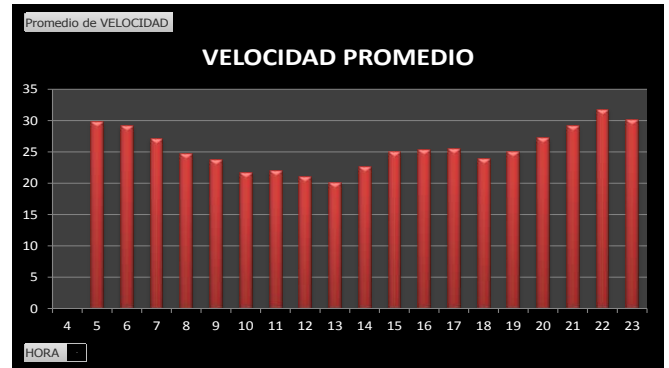
VELOCIDAD PROMEDIO



HORA PICO AM

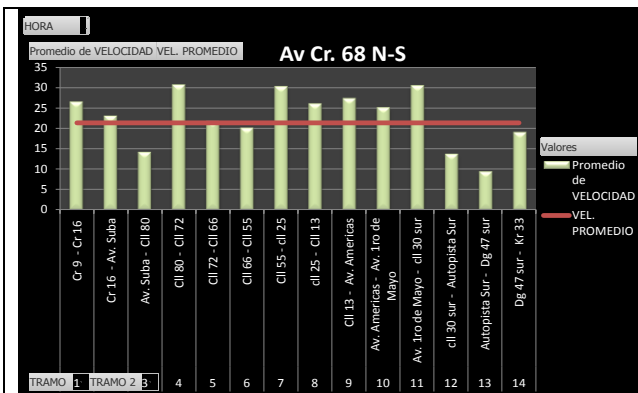


HORA PICO EXTENDIDO

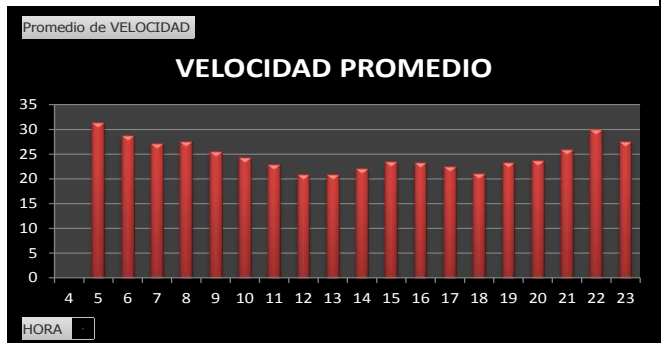


VELOCIDAD PROMEDIO

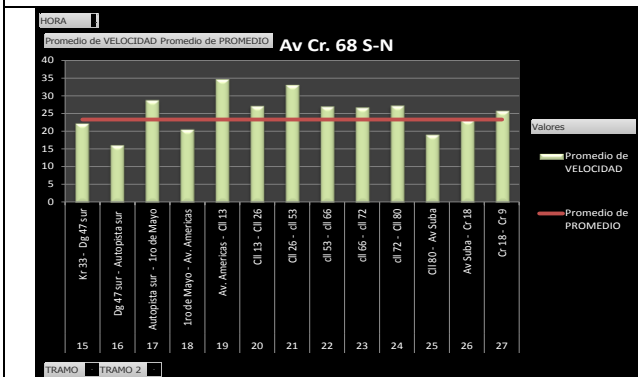
FIGURA 35: VELOCIDAD POR TRAMO AV. CRA 68 SENTIDO N-S Y S-N FESTIVO



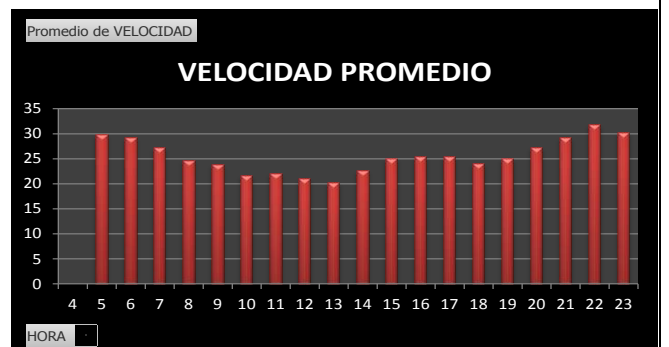
GRAFICA HORA PICO



VELOCIDAD PROMEDIO



HORA PICO



VELOCIDAD PROMEDIO

En la Figura 36 se describe gran parte de la problemática encontrada en el corredor, como por ejemplo, el pésimo estado de la malla vial en algunos sectores, y el gran número de rutas asignadas a un mismo paradero, lo cual genera una serie de colas considerables.

FIGURA 36: PROBLEMÁTICA CORREDOR AV. CARRERA 68 – CALLE 100

	
Paradero (001A00), ubicado en la Cl 100 x Cr 54. Alta demanda de usuarios y sobreoferta de rutas. Se encuentra antepuesto a una intersección que presenta carpeta asfáltica en malas condiciones. Existen módulos previos al paradero asignado.	
	
Giro a la derecha, ubicado en la Cl 100 x Cr 54. Genera conflicto entre vehículos particulares y SITP.	Giro a la derecha (Cl 100 x Autopista Norte), conexión con autopista norte sentido occidente - oriente, presenta conflicto. Revisar diseño geométrico sobre el cual se sugiere efectuar modificación para reducir el problema de movilidad en la calle 100 sentido occidente oriente.



Ingreso de vehículos de la Autopista Norte hacia la CI 100, muestra conflicto. Revisar diseño geométrico sobre el cual se sugiere efectuar modificación para reducir el problema de movilidad en la calle 100 sentido occidente oriente.



Paradero (167 A00), ubicado en la CI 100 x Cr 19a. Alta demanda de usuarios y sobreoferta de rutas. Se recomienda redistribuir las rutas a paraderos posteriores ubicados en dirección occidente – oriente.



Paradero (212 A00), ubicado en la CI 100 x Cr 19. Alta demanda de usuarios y sobreoferta de rutas. Se recomienda habilitar el modulo previo y efectuar redistribución de rutas asignadas al paradero.





Giro a la derecha en intersección ubicado en (Cl 100 x Cr 19), genera conflicto.



Revisar diseño geométrico de la intersección y puente vehicular ubicado en la Cl 100 x Cr 15 sobre el cual se sugiere efectuar modificación para reducir el problema de movilidad en la calle 100 sentido occidente oriente.



Parqueo de carros en vía principal.
Carrera 68 con calle 17



Semáforo peatonal.
Carrera 68 con calle 13

	
Intersección carrera 68 con calle 8 sur.	Mal estado de la malla vial al tomar conexión a Av. 1 de mayo.

En las horas de la mañana, se observa un impacto alto en el semáforo de la Av. Suba, dado que la policía de tránsito altera el funcionamiento de la intersección, dándole mayor tiempo a la Av. Suba, por lo cual baja mucho la velocidad en horas de la mañana en dicho punto y genera trancones que llegan en algunos casos hasta la Av. 19.

6.1.4 CALLE 116

El corredor de la Calle 116 es uno de los más críticos en la operación, debido a las velocidades muy bajas que se presentan, teniendo tramos con velocidades inferiores a los 9 km/hr. En las Figuras 37 a 40 se aprecian los resultados obtenidos para el corredor y para las diferentes franjas horarias. En el sentido WE se observan velocidades bajas muy parejas a lo largo del día, mientras en el sentido EW el pico A.M y P.M. presentan picos más marcados de baja velocidad.

FIGURA 37: VELOCIDAD POR TRAMO CALLE 116 SENTIDO W-E HÁBIL

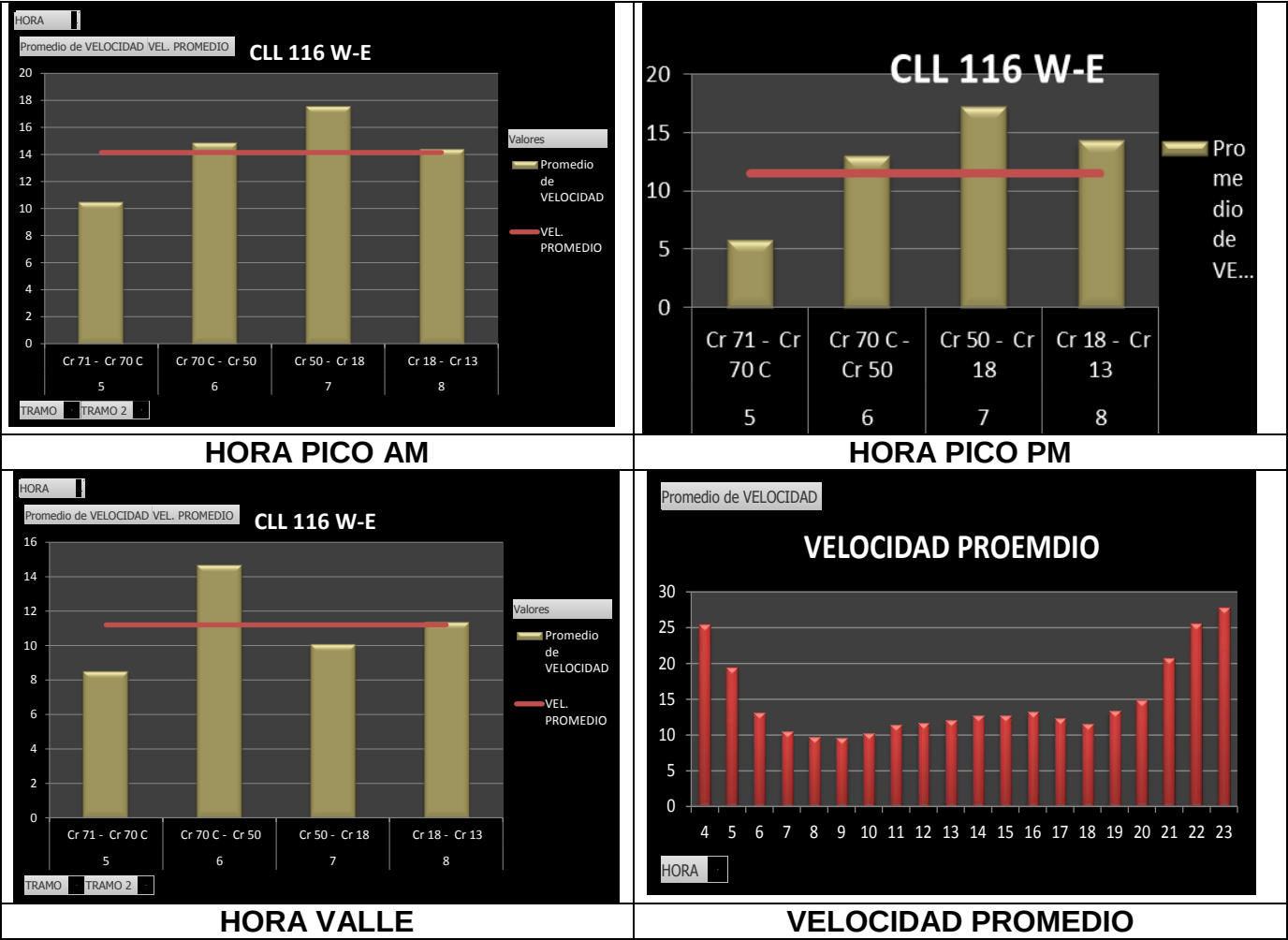


FIGURA 38: VELOCIDAD POR TRAMO CALLE 116 SENTIDO E-W HÁBIL

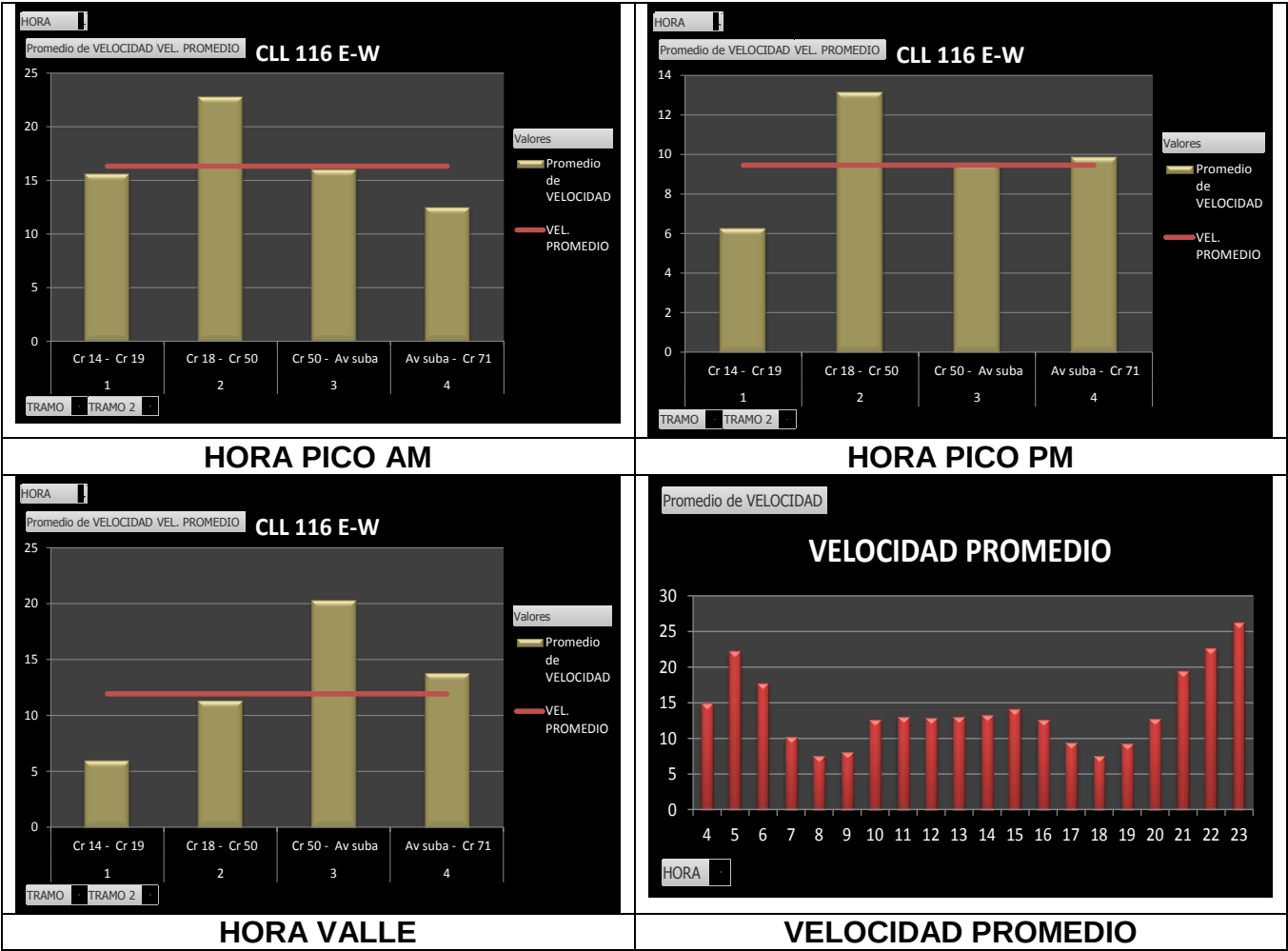


FIGURA 39: VELOCIDAD POR TRAMO CALLE 116 SENTIDO E-W Y W-E SÁBADO

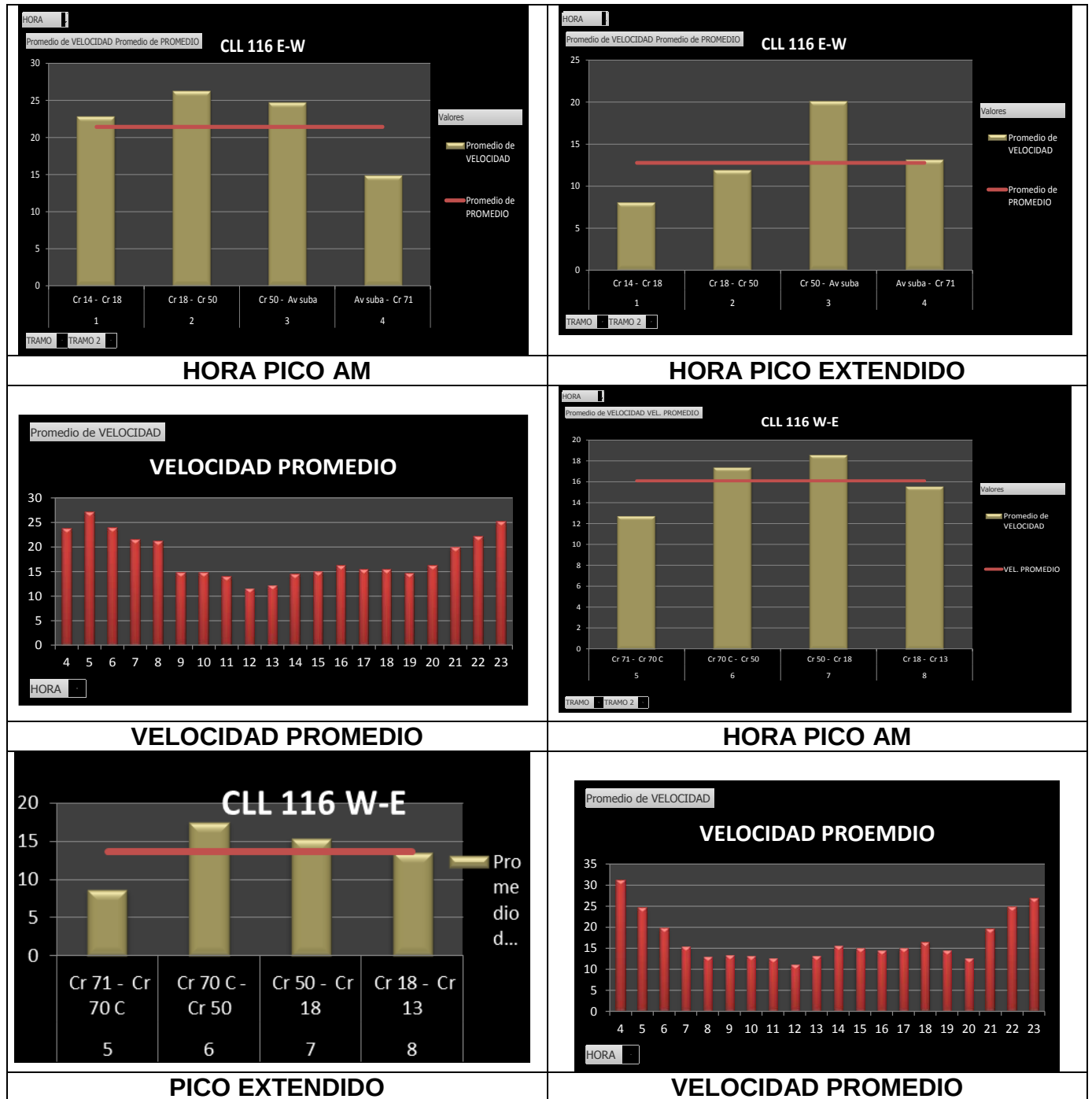
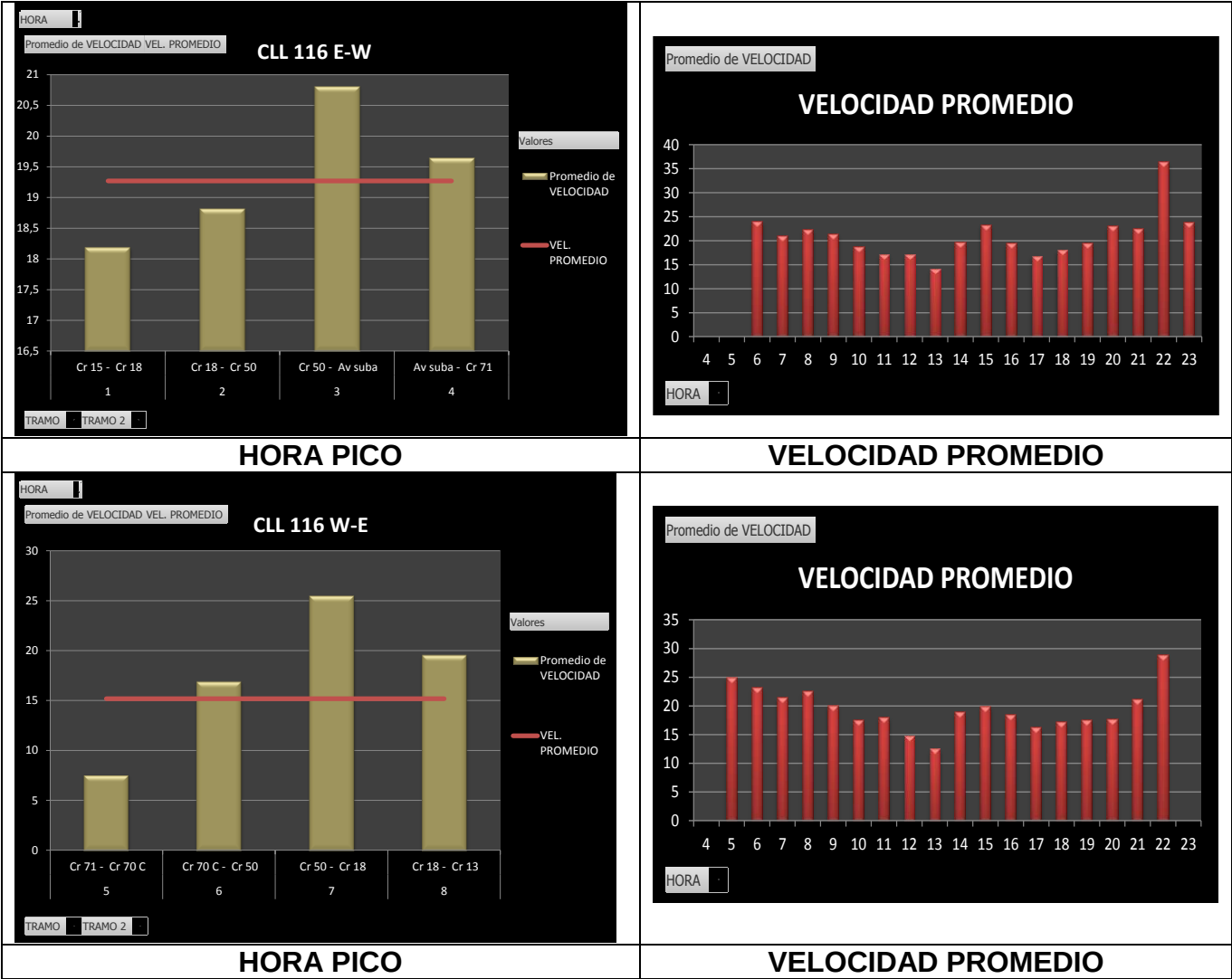


FIGURA 40: VELOCIDAD POR TRAMO CALLE 116 SENTIDO E-W Y W-E FESTIVO



En la Figura 41 se observan algunos casos de la problemática que presentan el corredor, básicamente el parqueo en vía es la mayor causal de reducción de la velocidad para este corredor.

FIGURA 41: PROBLEMÁTICA CALLE 116



6.1.5 CALLE 127

En este corredor se encontraron diferentes problemas que afectan la velocidad de la operación los cuales se presentan más adelante, en las Figuras 44 a 45 se observan los resultados obtenidos para este corredor donde se destacan algunos tramos con velocidades inferiores a los 10 km/hr. En el sentido WE la hora de velocidad más baja se presenta en el pico A.M. mientras en el sentido EW se da en el pico P.M.

FIGURA 42: VELOCIDAD POR TRAMO CALLE 127 SENTIDO E-W HÁBIL

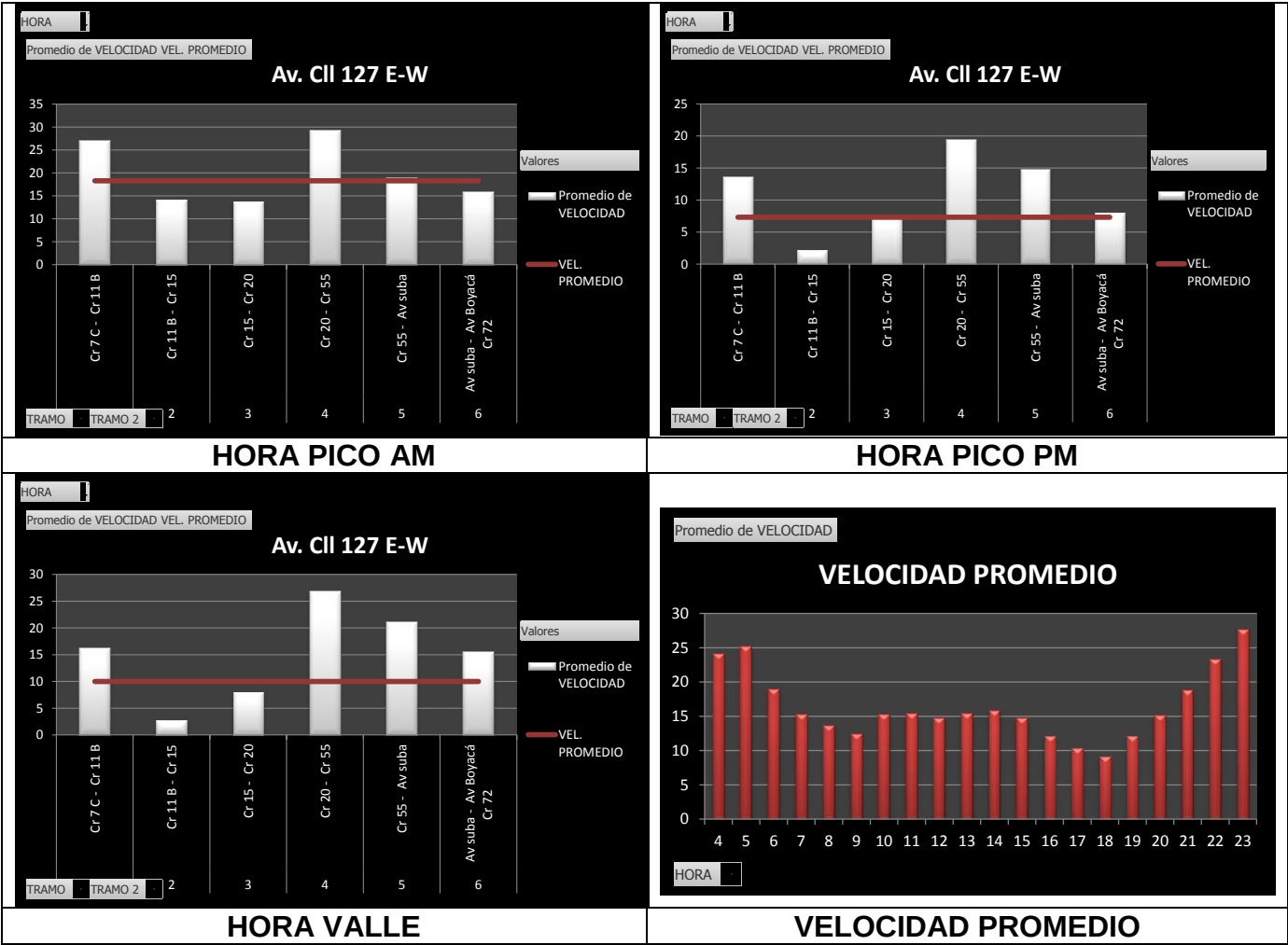


FIGURA 43: VELOCIDAD POR TRAMO CALLE 127 SENTIDO W-E HÁBIL

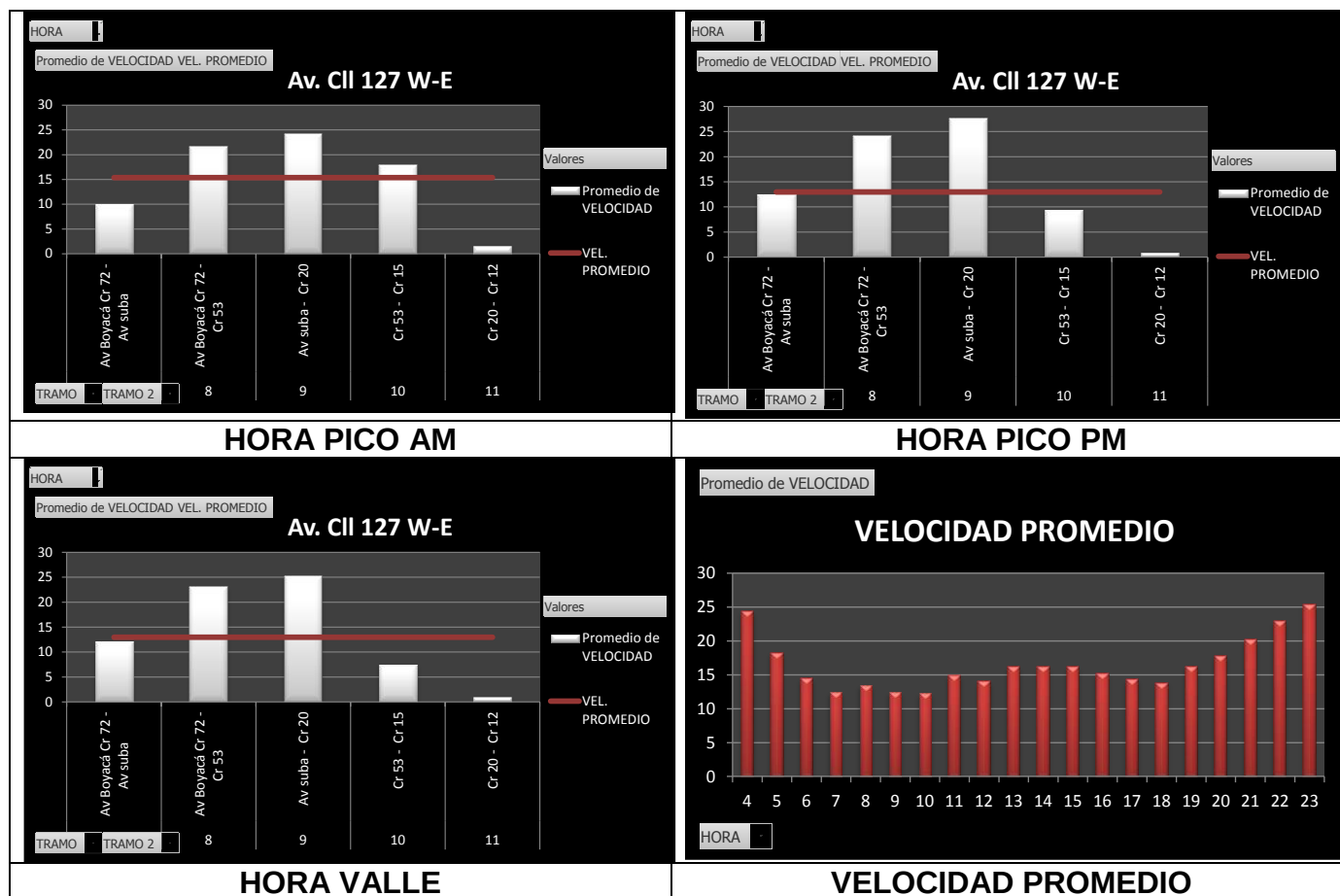
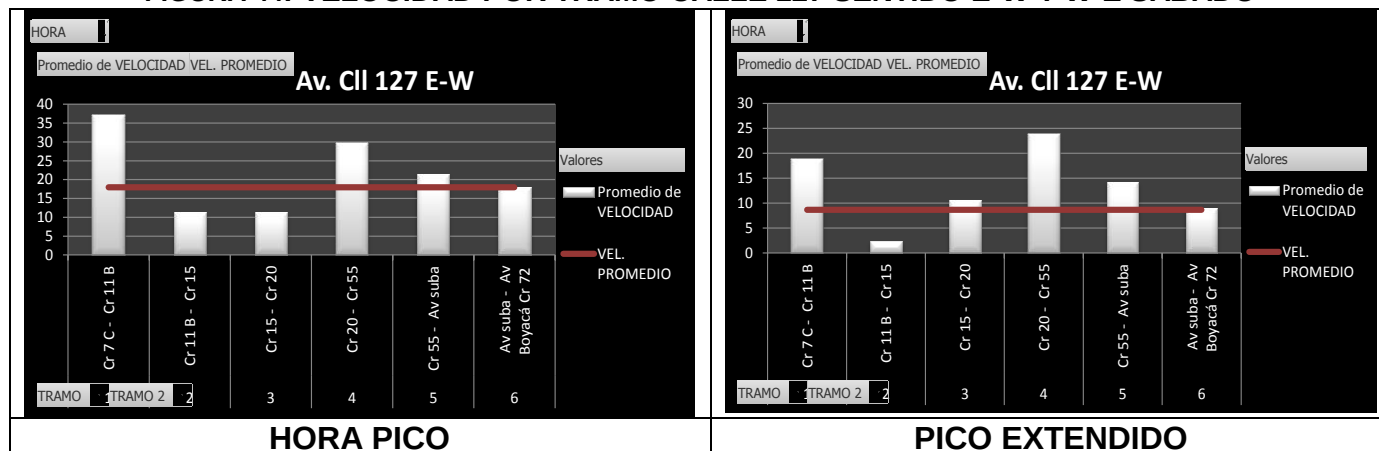


FIGURA 44: VELOCIDAD POR TRAMO CALLE 127 SENTIDO E-W Y W-E SÁBADO



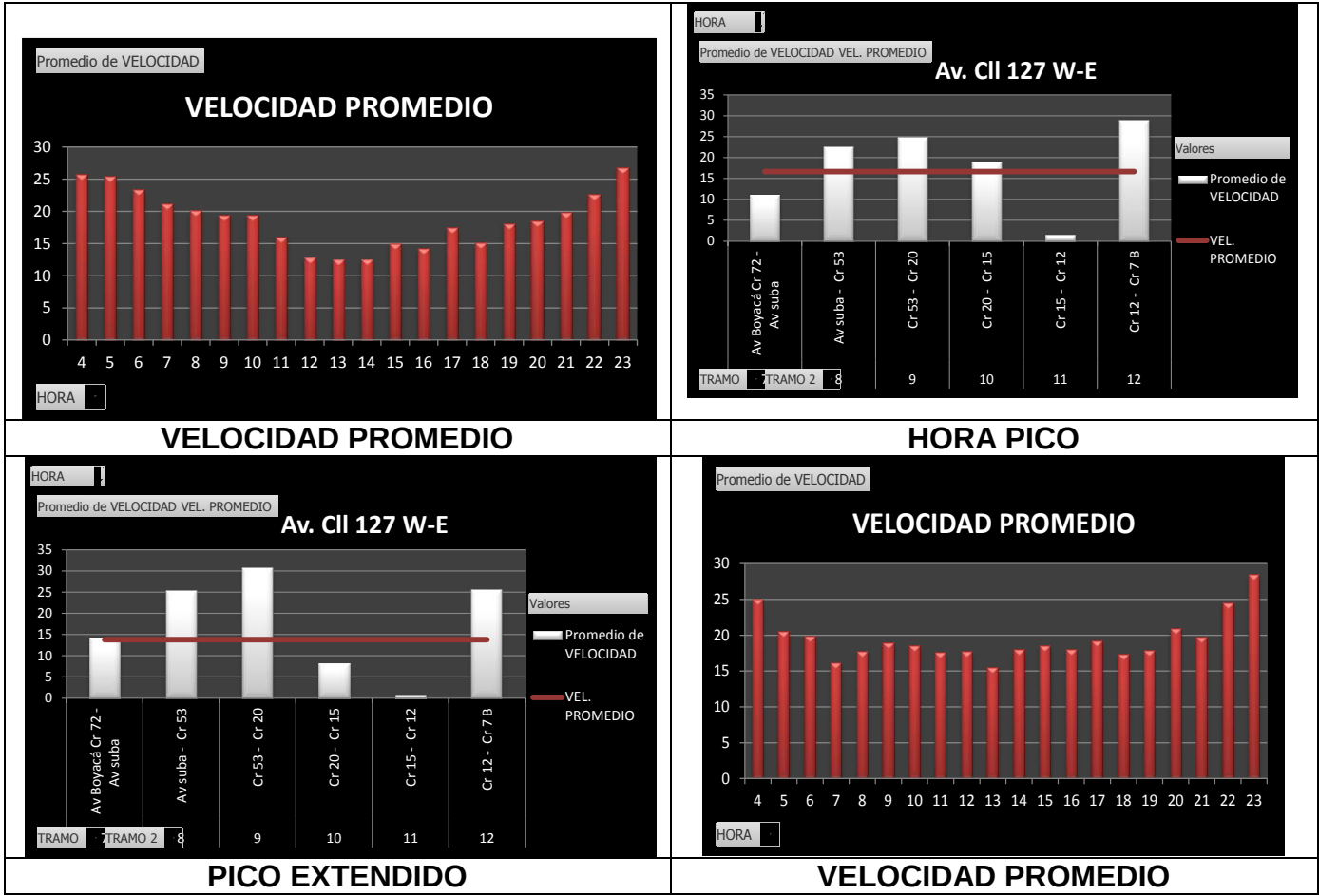
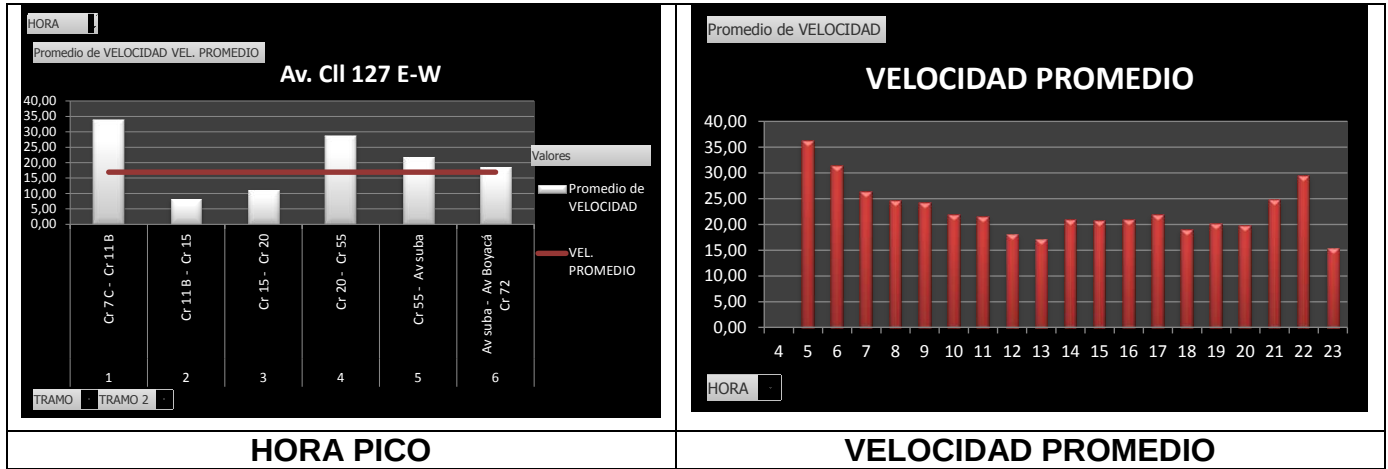
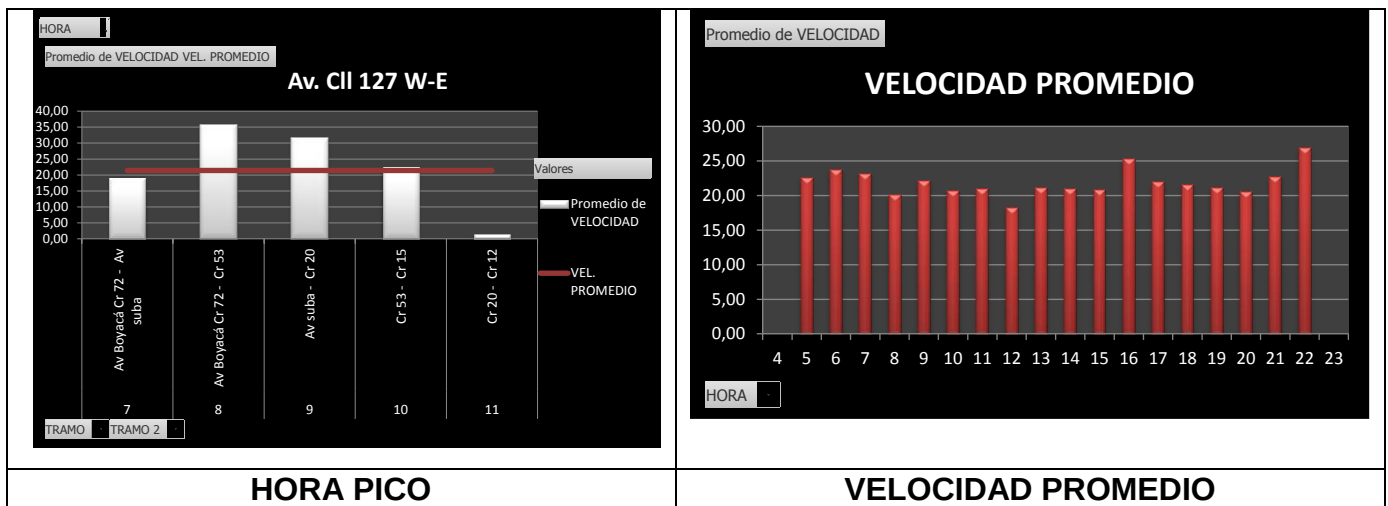


FIGURA 45: VELOCIDAD POR TRAMO CALLE 127 SENTIDO E-W Y W-E FESTIVO





En la Figura 46 se presentan algunas causales de la reducción de la velocidad en el corredor de la Calle 127, entre las cuales se encuentran los altos volúmenes vehiculares, algunos semáforos peatonales y las colas generadas por algunos parqueaderos que se localizan sobre el corredor.

FIGURA 46: PROBLEMÁTICA EN CORREDOR CALLE 127





Congestión en retorno calle 127 con carrera 14 en ambos sentidos.

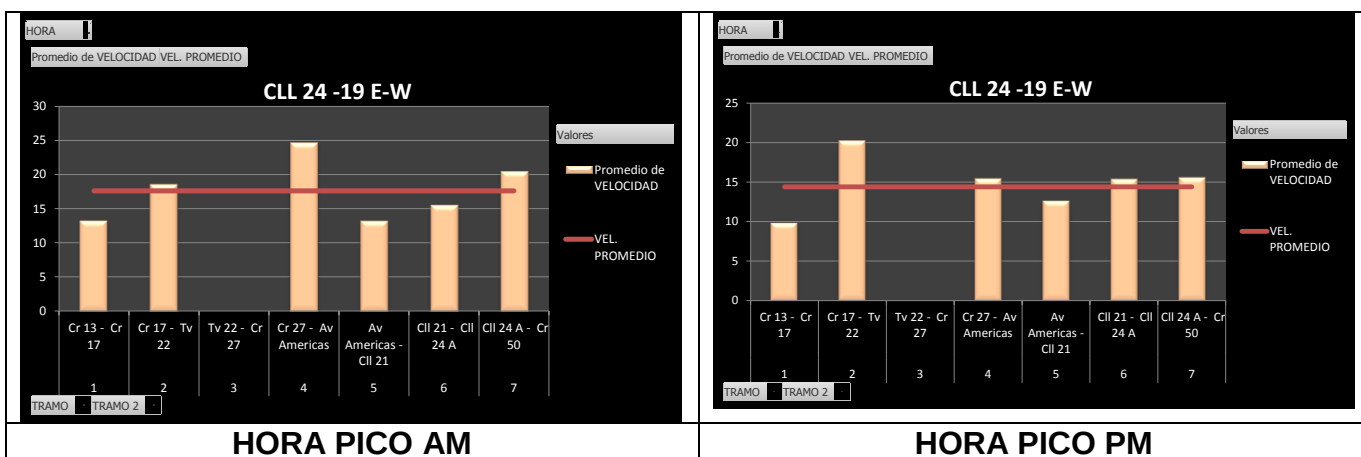


Parqueadero clínica reina Sofía genera congestión en calle 127 con autopista norte.

6.1.6 CALLE 24 Y CALLE 19

En este caso se analizaron en conjunto los dos tramos viales, debido a la continuidad que presentan en los recorridos de las rutas, en las Figuras 47 a 50 se presentan los resultados obtenidos del análisis para este corredor, destacando un comportamiento levemente más crítico el día sábado en algunos tramos analizados, debido al comercio que atraviesa el corredor.

FIGURA 47: VELOCIDAD POR TRAMO CALLE 24 Y CALLE 19 SENTIDO E-W HÁBIL



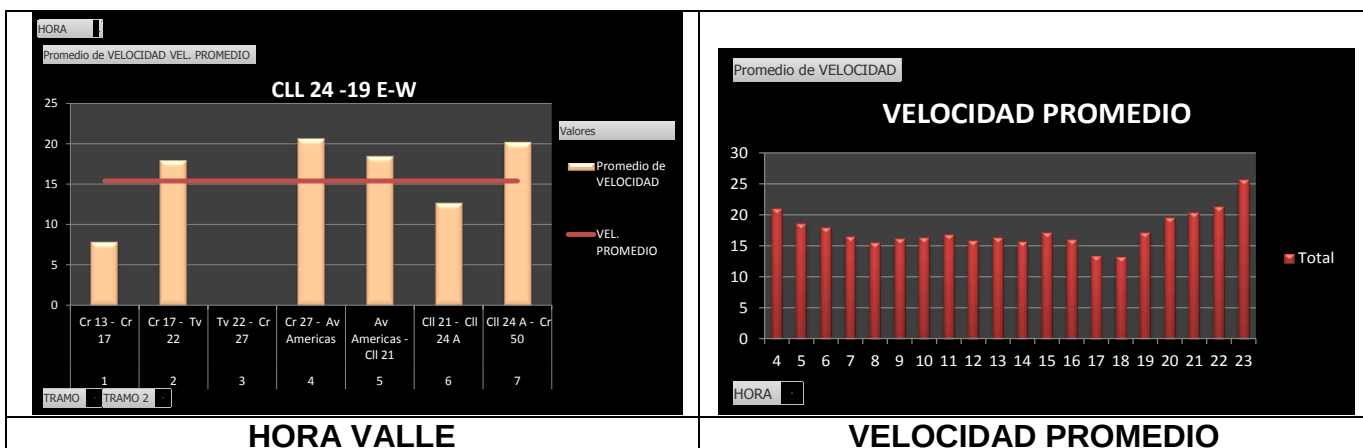


FIGURA 48: VELOCIDAD POR TRAMO CALLE 24 Y CALLE 19 SENTIDO W-E HÁBIL

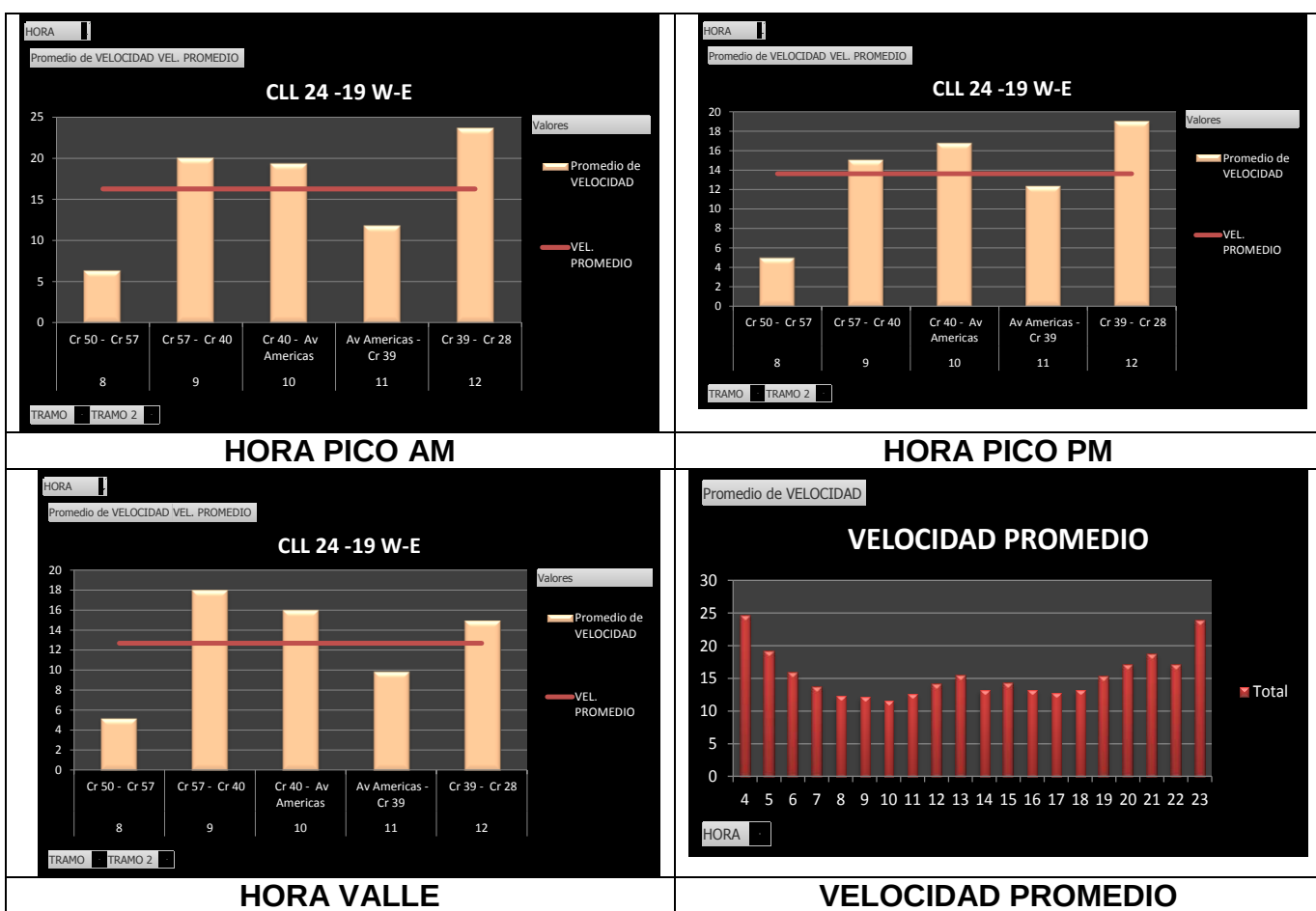


**FIGURA 49: VELOCIDAD POR TRAMO CALLE 24 Y CALLE 19 SENTIDO E-W Y W-E
SÁBADO**

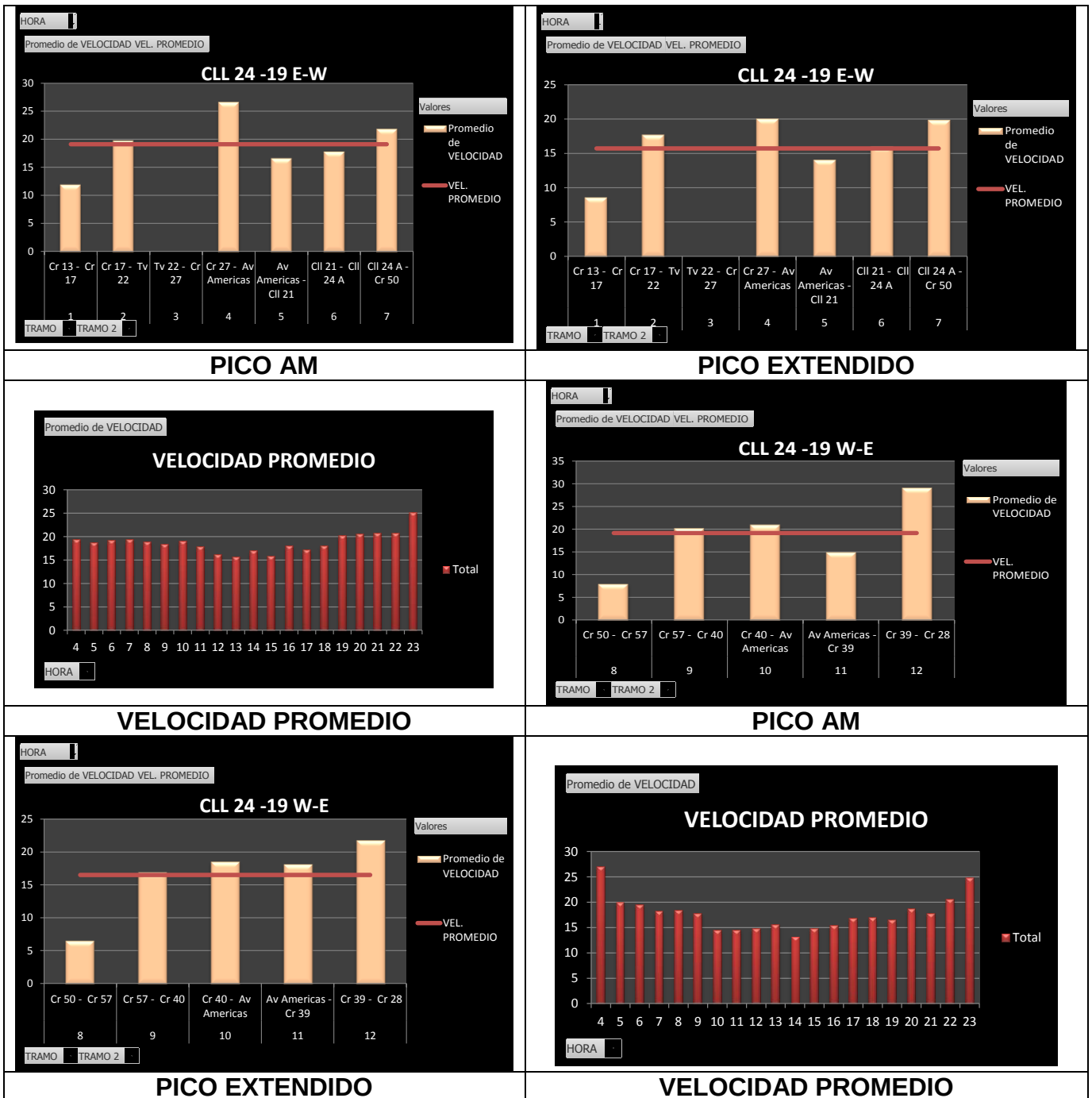
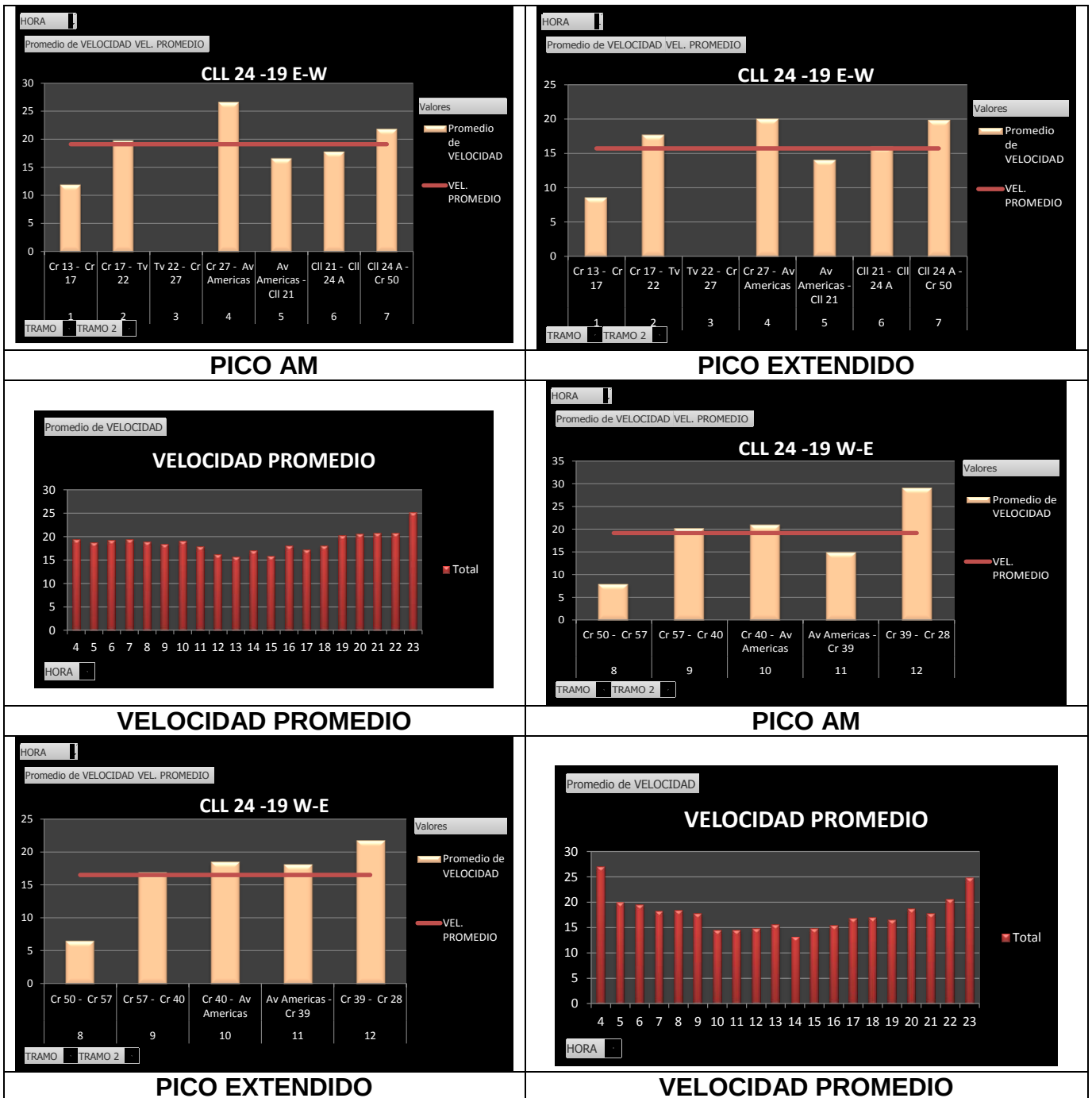


FIGURA 50: VELOCIDAD POR TRAMO CALLE 24 Y CALLE 19 SENTIDO E-W Y W-E FESTIVO



Básicamente en este corredor la mayor afectación la genera el parqueo en vía y la carga y descargue de mercancía a lo largo de todo el día, tal y como se aprecia en las siguientes imágenes en la Figura 51.

FIGURA 51: PROBLEMÁTICA CORREDOR CALLE 24 Y CALLE 19

	
Parqueo en vía (Calle 24- Carrera 45)	Giro a la izquierda restringido para el sentido W-E, pero para E-W existe una fase semafórica que la permite generando represamiento de vehículos sentido W-E. Calle 19 - 39
	
Parqueo en vía calle 19 - 27	

6.1.7 CARRERA 24

Este corredor presenta un comportamiento uniforme de baja velocidad, con la presencia de algunos tramos con velocidades muy bajas inferiores a los 8 km/hr.

En las Figuras 52 a 55 se presentan los resultados del procesamiento para este corredor, diferenciados por sentido y por tramo, para cada tipo día.

FIGURA 52: VELOCIDAD POR TRAMO CARRERA 24 SENTIDO N-S HÁBIL

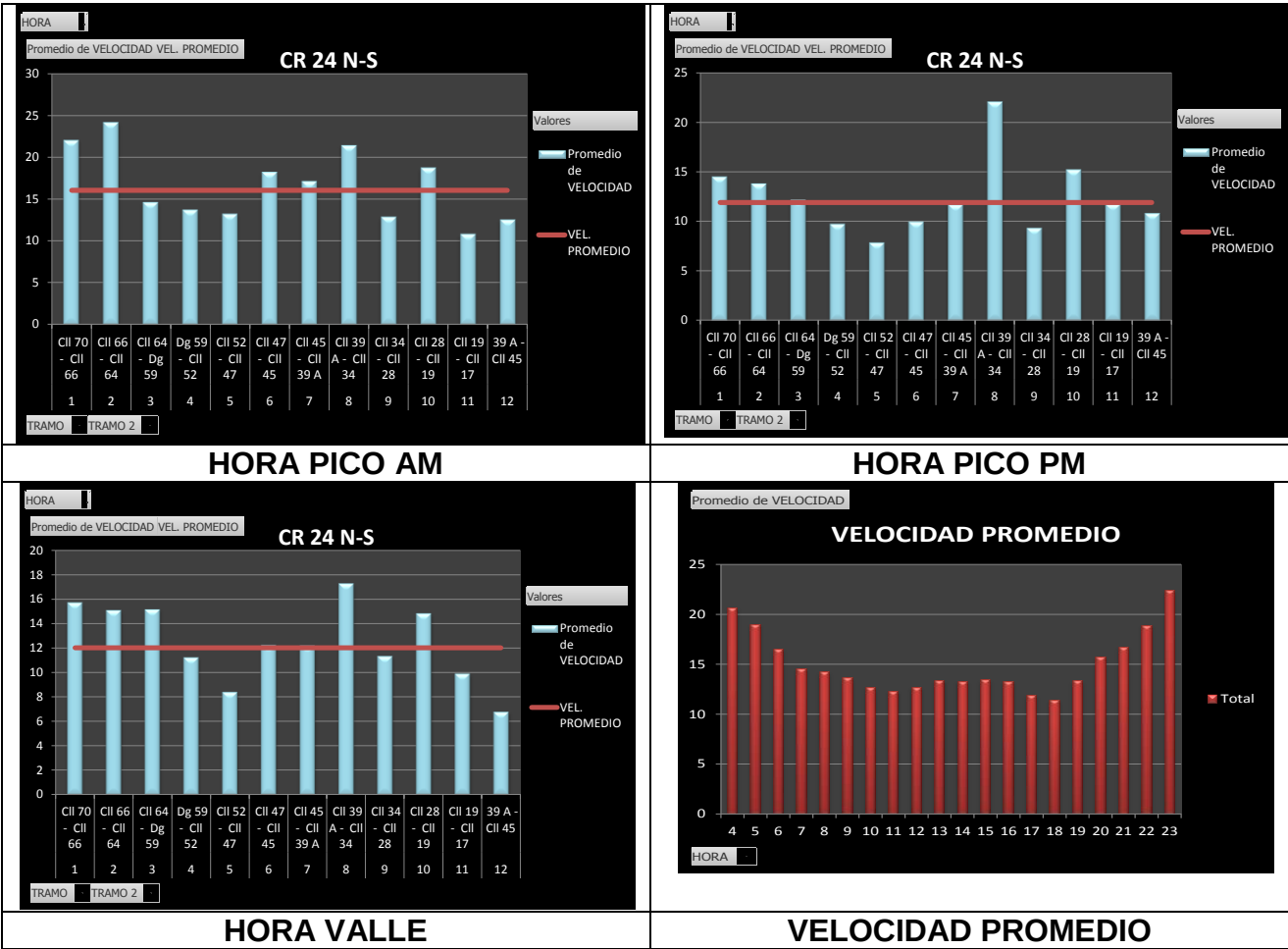


FIGURA 53: VELOCIDAD POR TRAMO CARRERA 24 SENTIDO S-N HÁBIL

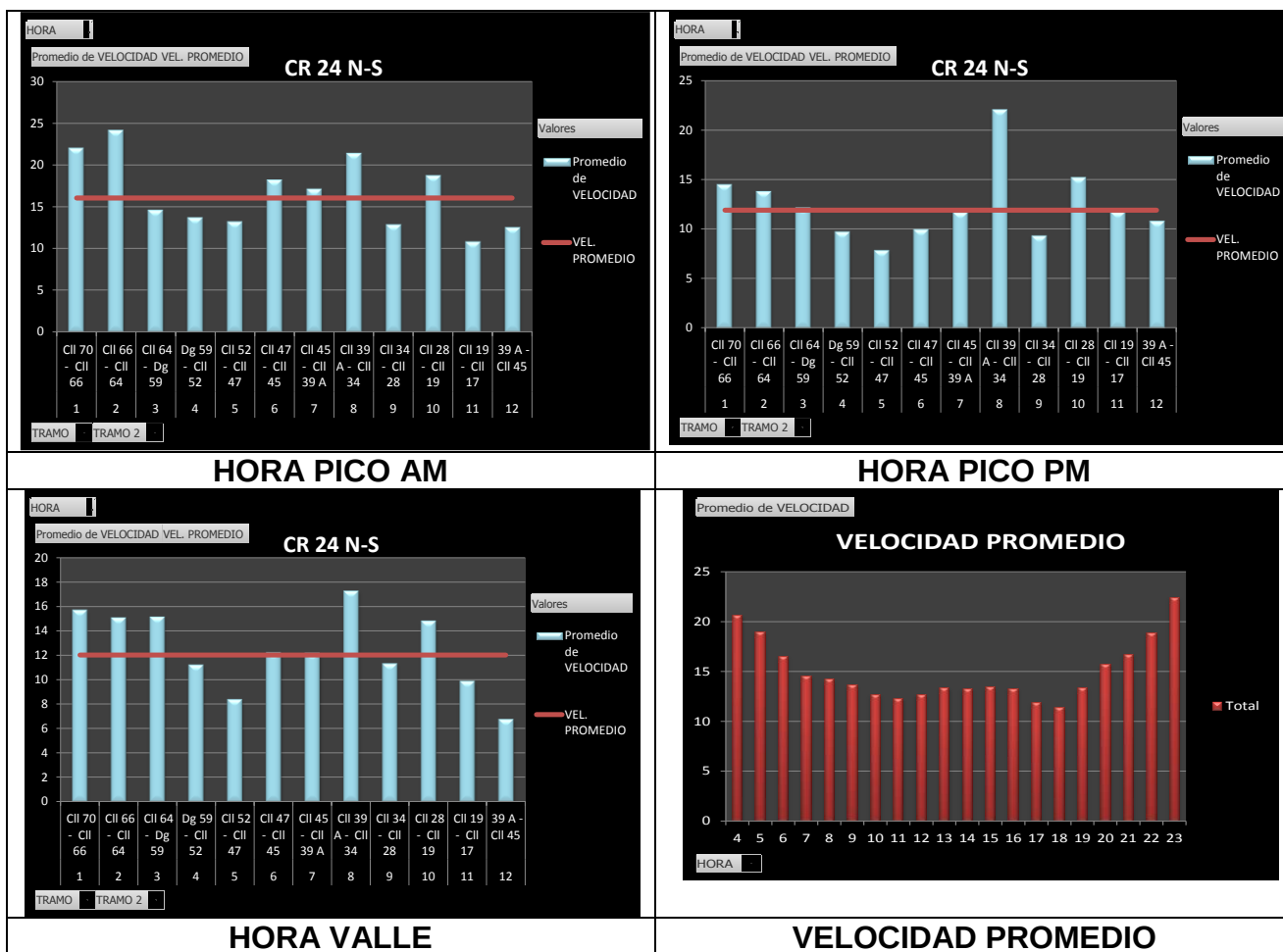
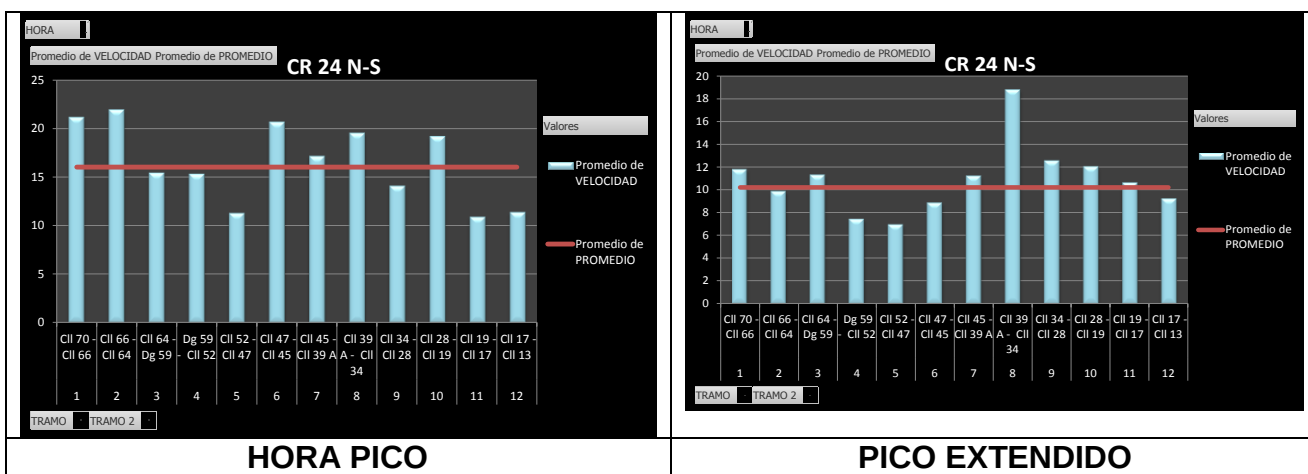


FIGURA 54: VELOCIDAD POR TRAMO CARRERA 24 SENTIDO N-S Y S-N SÁBADO



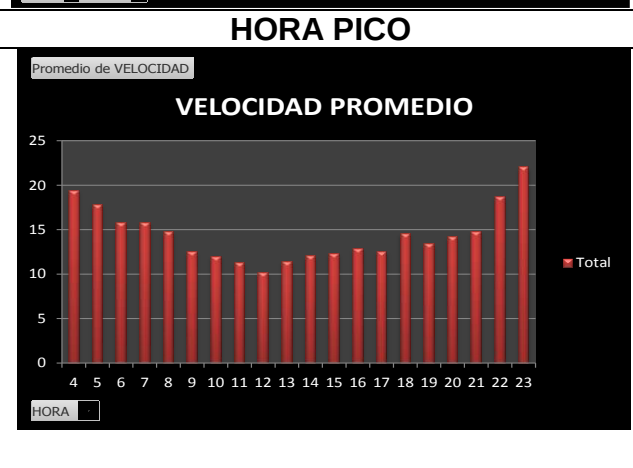
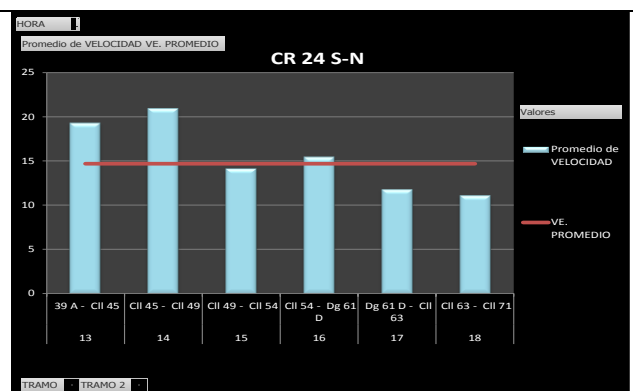
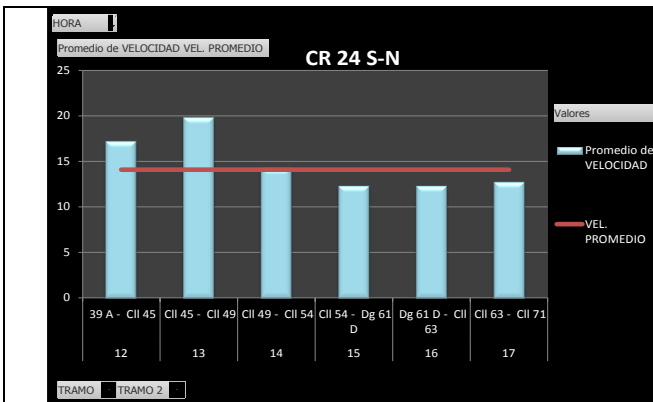
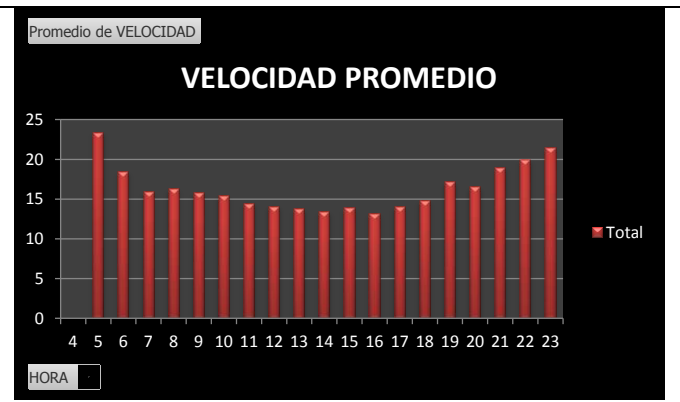


FIGURA 55: VELOCIDAD POR TRAMO CARRERA 24 SENTIDO N-S Y S-N FESTIVO





HORA PICO



VELOCIDAD PROMEDIO

En la Figura 56 se observa el desaprovechamiento de algunas bahías que podrían ser utilizadas como paraderos para no congestionar los tramos en los que se cuenta con solo 2 carriles, adicionalmente se observa el parqueo de vehículos que influye directamente en la velocidad del corredor.

FIGURA 56: PROBLEMÁTICA CORREDOR CARRERA 24



Bahías de parqueo sin aprovechar.
Carrera 24 con calle 47.



Parqueo de carros en vía.
Carrera 24 con calle 53.



Paradero a pocos metros del semáforo.
Carrera 24 con diagonal 53 C.

6.1.7 CARRERA 27

En las Figuras 57 a 66 se aprecian los datos obtenidos para velocidades en el corredor, donde se aprecian algunos tramos con velocidades inferiores a los 6km/hr.

En este corredor no se realizó la detección de la problemática, debido a que se encuentra cerrado por obras de mantenimiento de la malla vial y en estas condiciones algunos problemas no son detectables en este momento.

FIGURA 57: VELOCIDAD POR TRAMO CARRERA 27 SENTIDO N-S HÁBIL

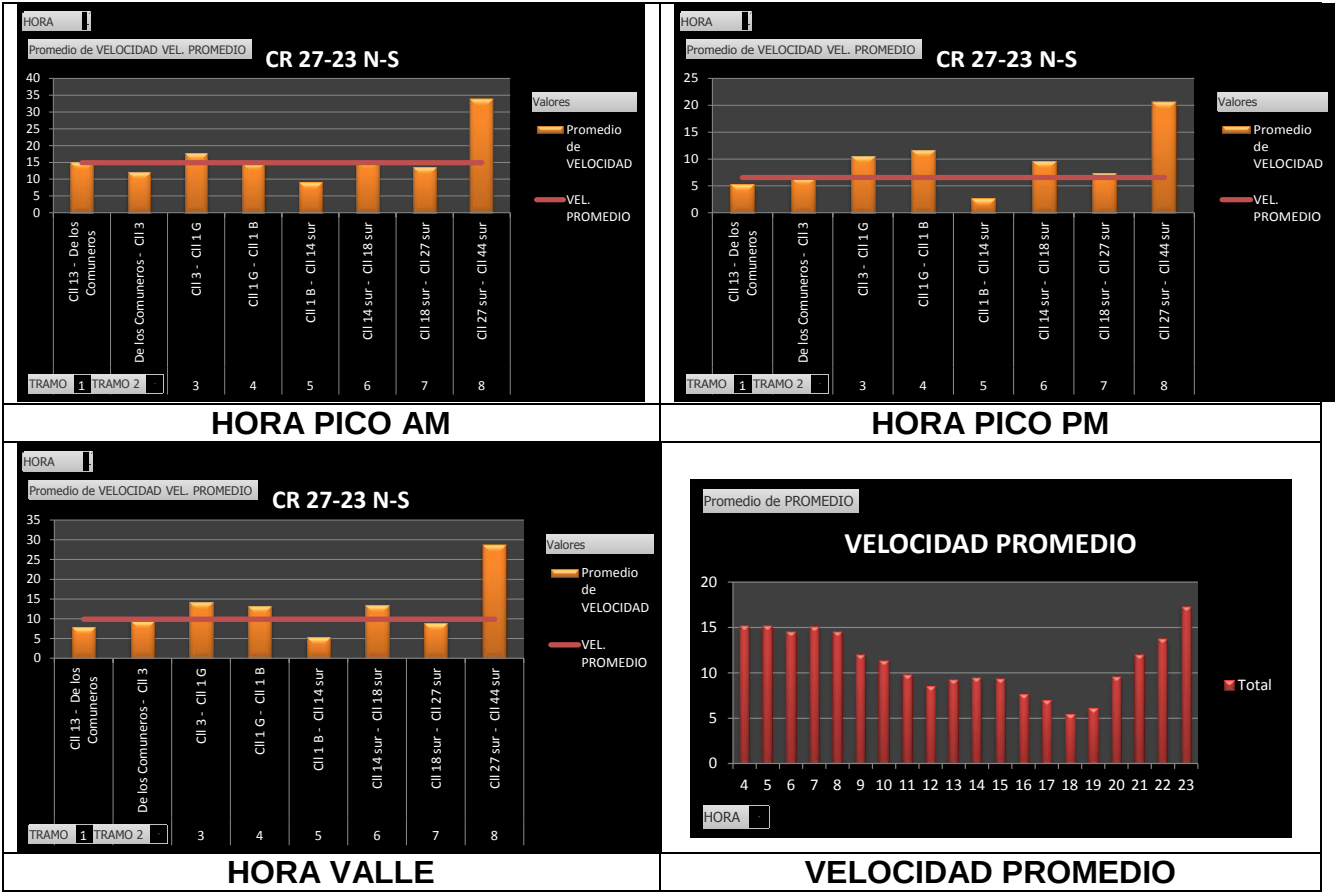


FIGURA 58: VELOCIDAD POR TRAMO CARRERA 27 SENTIDO S-N HÁBIL

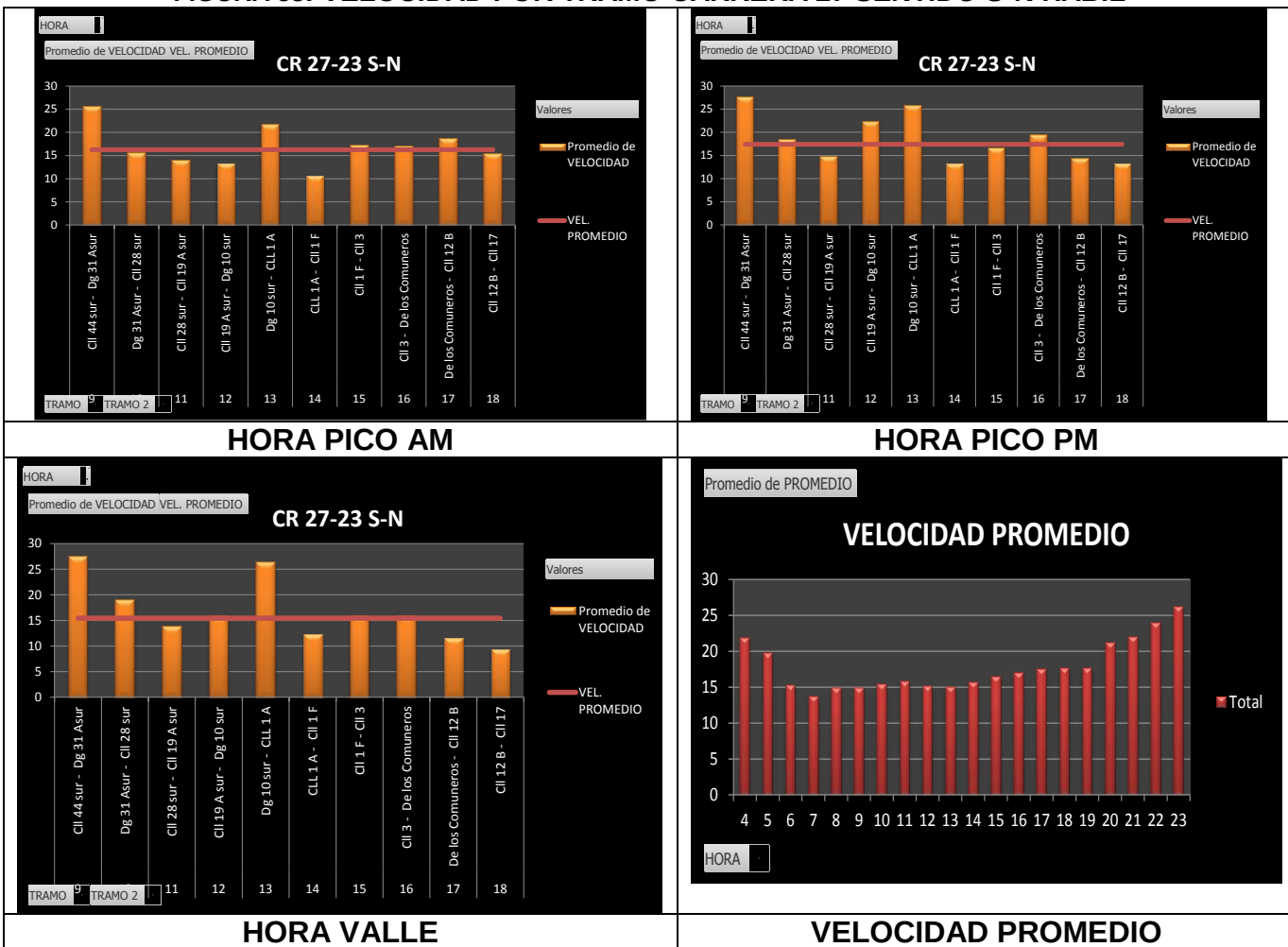
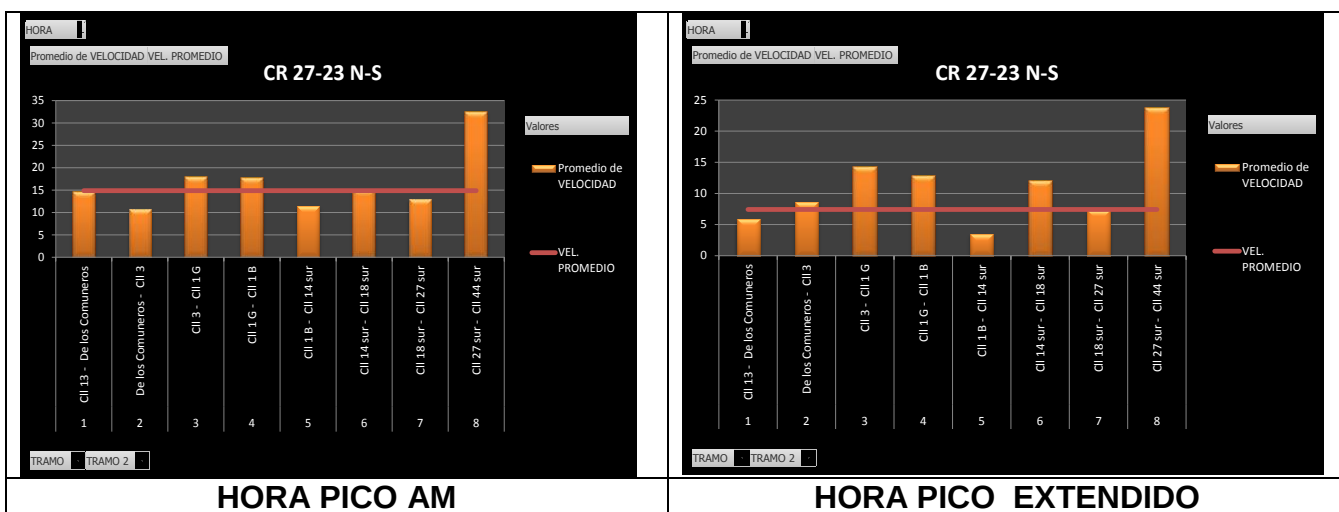


FIGURA 59: VELOCIDAD POR TRAMO CARRERA 27 SENTIDO N-S Y S-N SÁBADO



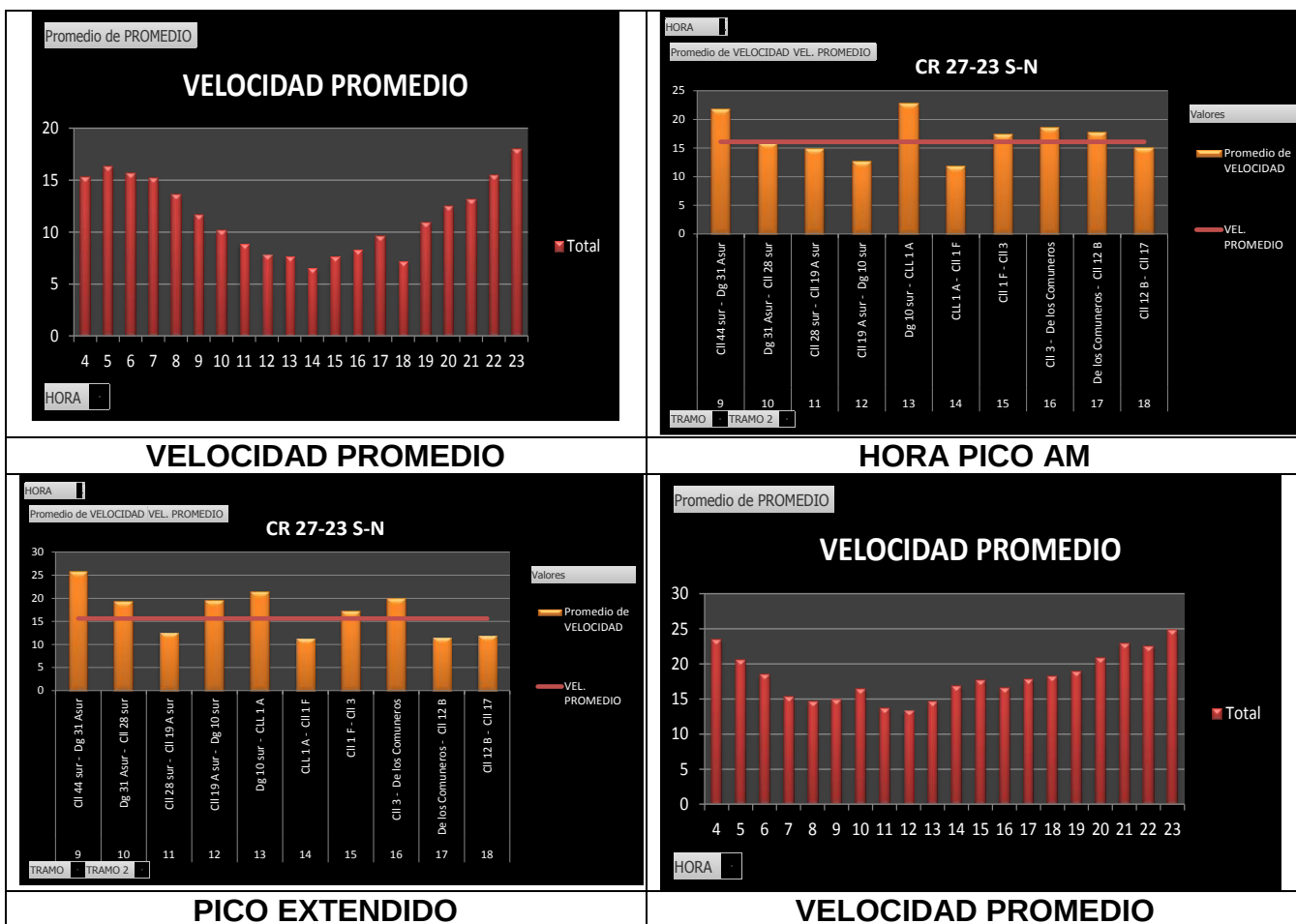
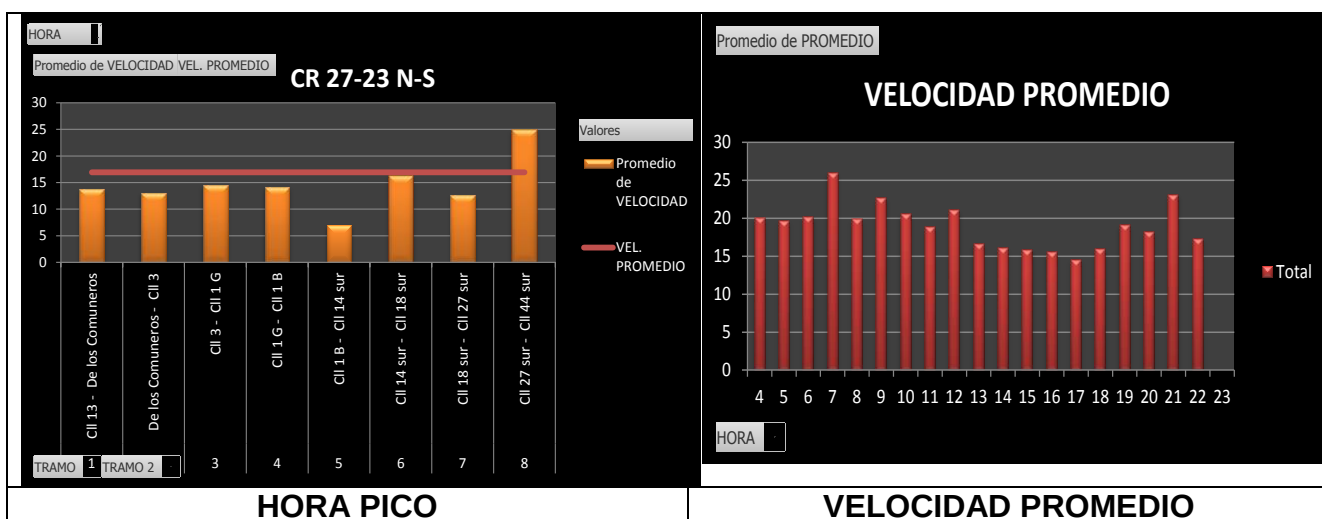
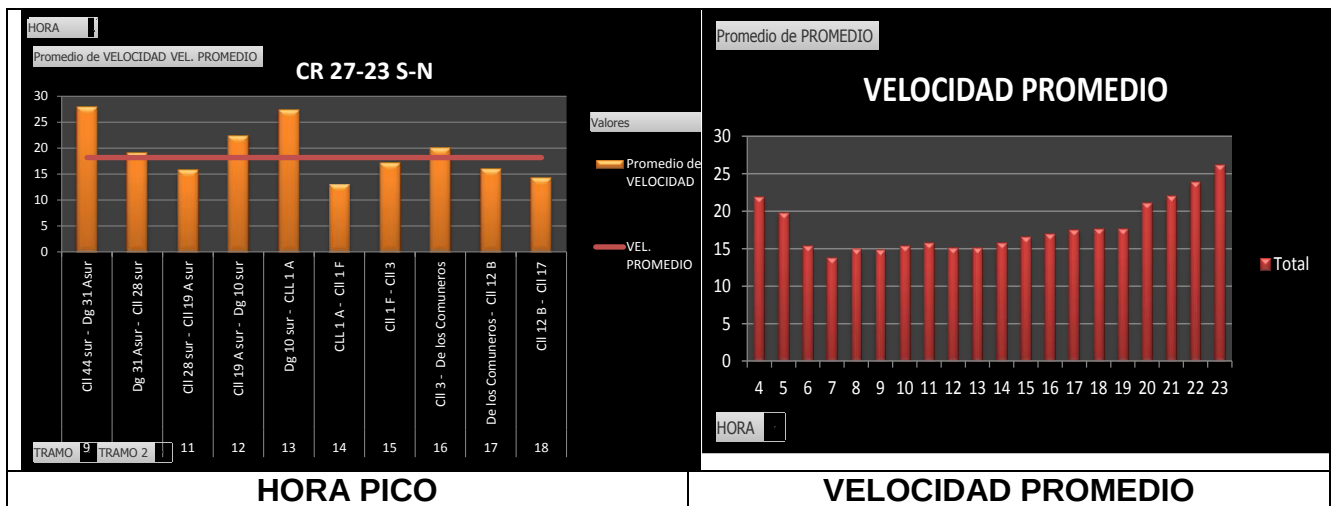


FIGURA 60: VELOCIDAD POR TRAMO CARRERA 27 SENTIDO N-S Y S-N FESTIVO

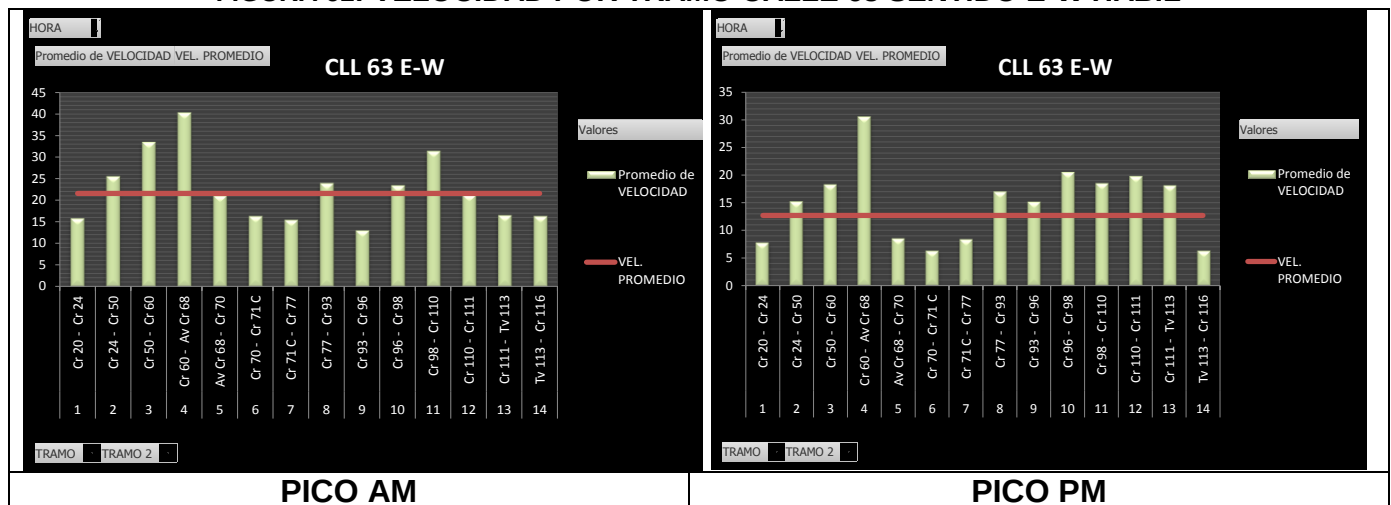




6.1.8 CALLE 63

Este corredor presenta un comportamiento aleatorio, con tramos con velocidades superiores a los 15 km/hr, y luego tramos con velocidades inferiores a los 9 km/hr con la hora más crítica entre las 18:00 y las 19:00. (Ver Figuras 61 a Figura 64).

FIGURA 61: VELOCIDAD POR TRAMO CALLE 63 SENTIDO E-W HÁBIL



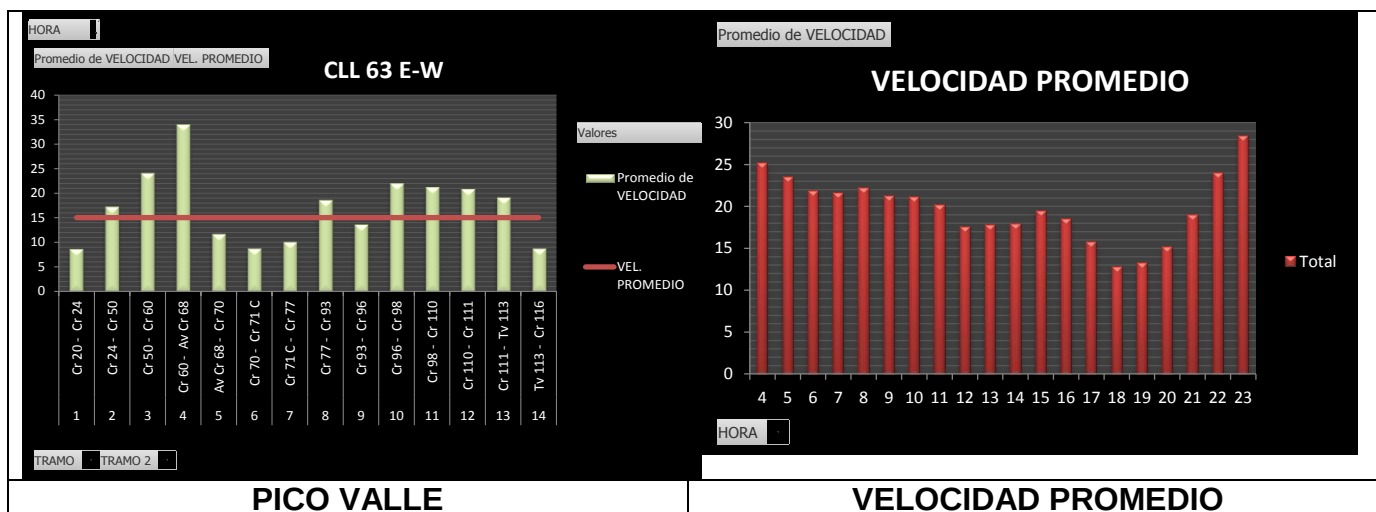


FIGURA 62: VELOCIDAD POR TRAMO CALLE 63 SENTIDO W-E HÁBIL

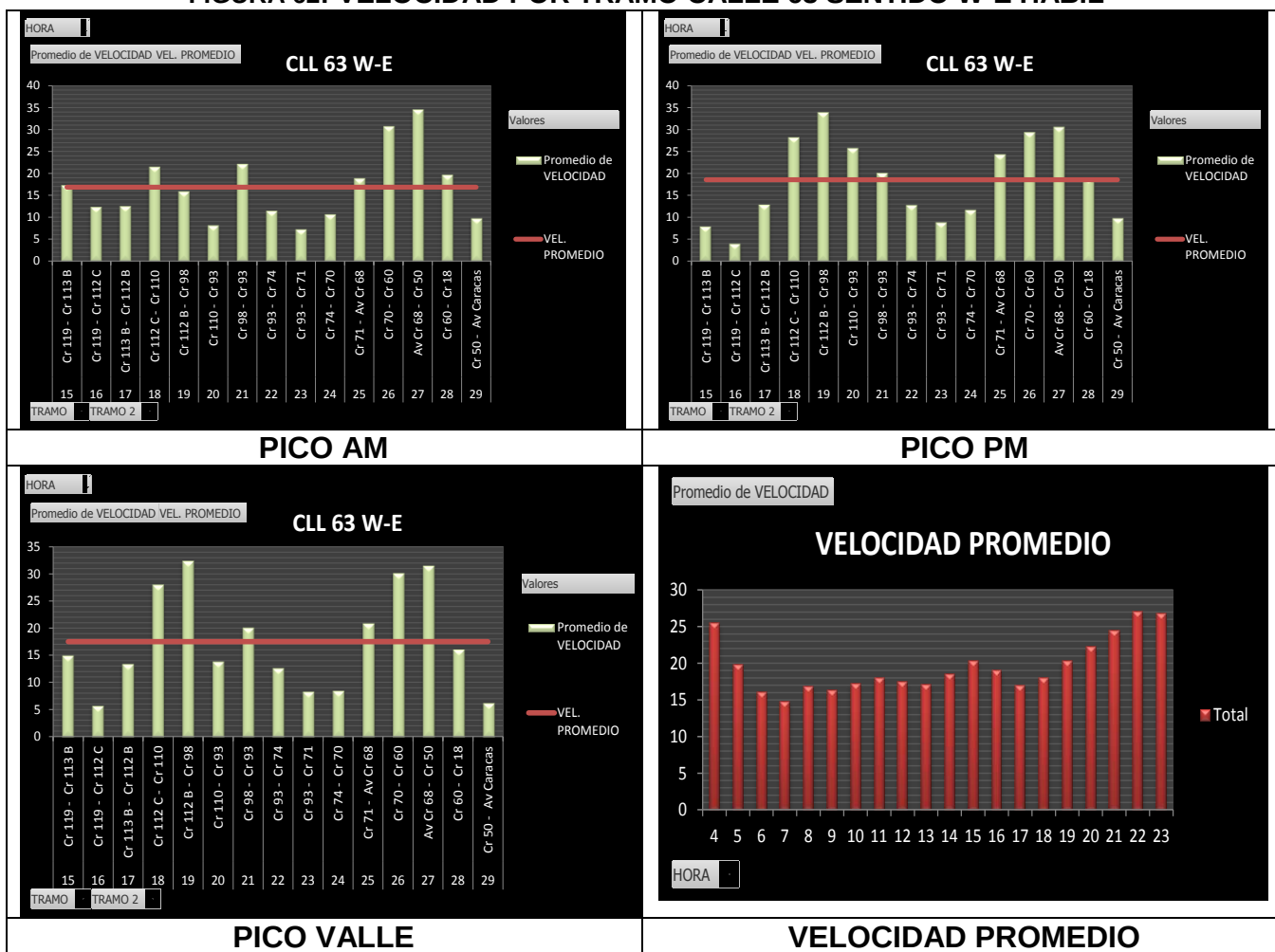


FIGURA 63: VELOCIDAD POR TRAMO CALLE 63 SENTIDO E-W Y W-E SÁBADO

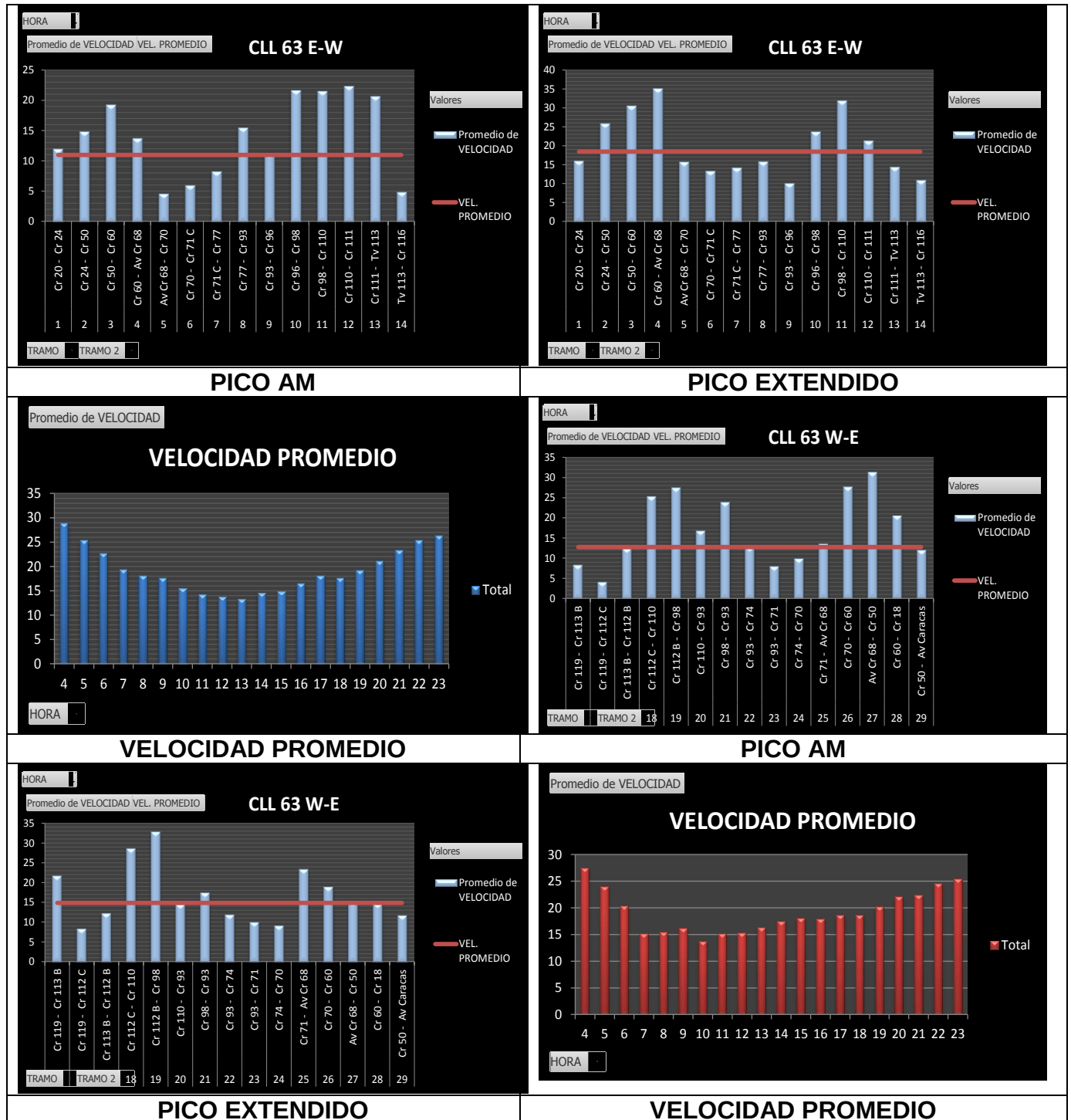
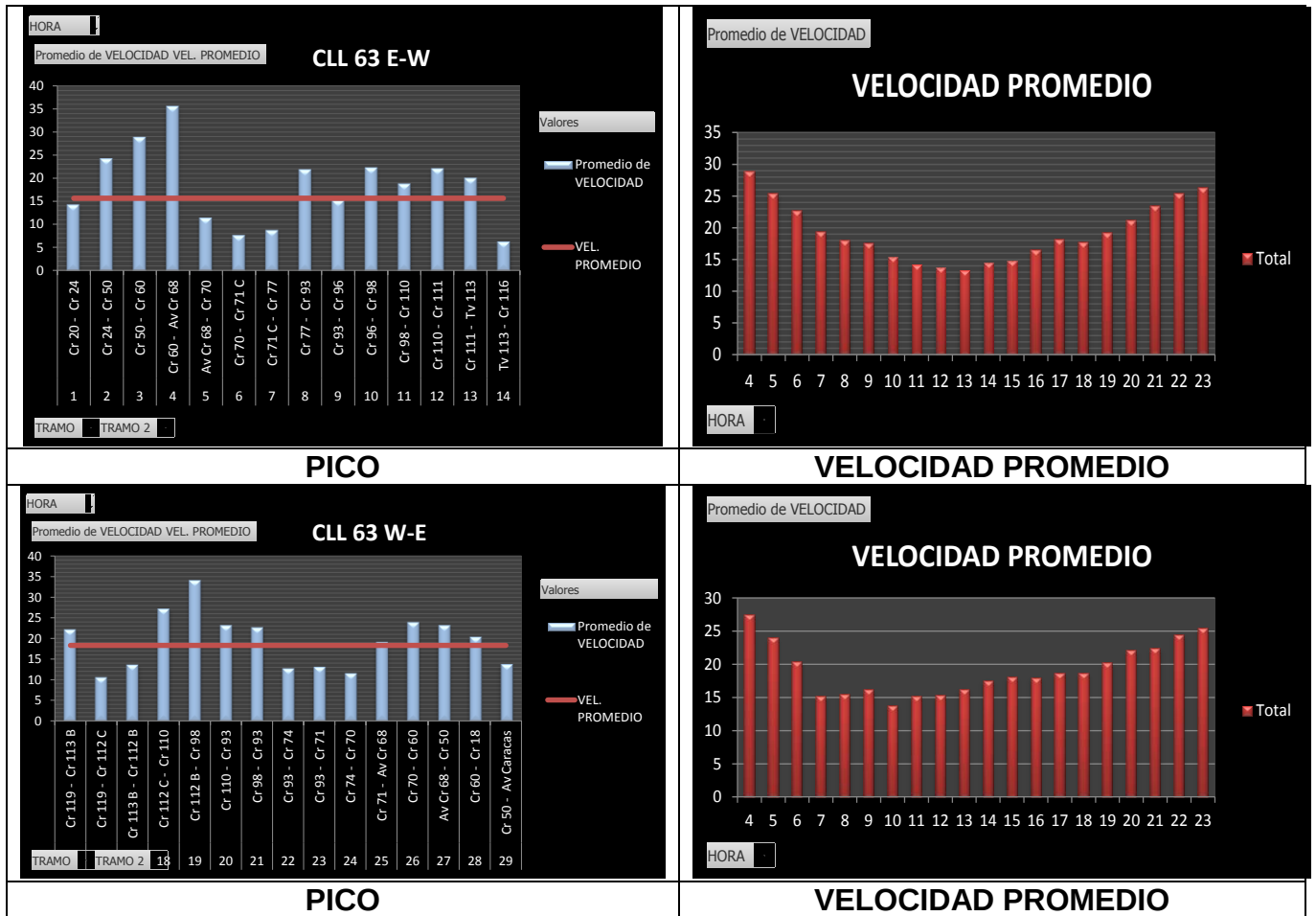


FIGURA 64: VELOCIDAD POR TRAMO CALLE 63 SENTIDO E-W Y W-E FESTIVO



Adicional a las malas condiciones de la infraestructura del pavimento, se presentan problemas de parqueo en ambos costados de la vía lo cual dificulta el paso y reduce la velocidad del corredor. Se debe realizar la verificación de la coordinación semafórica, especialmente en la intersección de la Calle 63 x Carrera 96, con las intersecciones aledañas, con el propósito de genera olas de verde que mejoren la velocidad del corredor. (Ver Figura 65).

FIGURA 65: PROBLEMÁTICA CORREDOR CALLE 63

	
Mal estado de vía, desaprovechamiento de bahías. (calle 64 – 119)	Parada 066A05 de alimentadores y rutas en un mismo punto con gran demanda. (Calle 63 – 113 B)
	
Parqueo a los costados de la vía	Vía de sección transversal angosta que obstaculizan los buses que paran en 064A05, con aproximación intersección calle 63- transversal 112 BIS A.
	
EL MAL ESTADO DE LA MALLA VIAL DIFICULTA LA MOVILIDAD. CORREDOR CL 63.	



Parada 070A05 de alimentadores y rutas en un mismo punto con gran demanda. (Calle 63 B – 116 A)



Intersección calle 63 con carrera 96 represamiento de carros.



Intersección calle 63 con carrera 93. Sincornización semafórica inadecuada.



Intersección calle 63 con carrera 93. Cruce de alto volumen de carros con giro a la izquierda.



Intersección calle 63 con transversal 85 semáforo con giro a la izquierda.	Intersección calle 63 con Av. Boyacá. Semáforo con giro a la izquierda, cambio de sección de 3 carriles a 2, y mal estado de la vía al pasar el semáforo.
--	---

6.1.9 CALLE 68

Este corredor presenta un comportamiento crítico en las horas valle de los días hábiles en los tramos comprendidos entre la carrera 57 hasta la carrera 11, debido al parqueo lateral en la vía, cargue y descargue de mercancías a lo largo de toda la carrera 66, sector conocido como el 7 de Agosto.

FIGURA 66: VELOCIDAD POR TRAMO CALLE 68 SENTIDO E-W HÁBIL

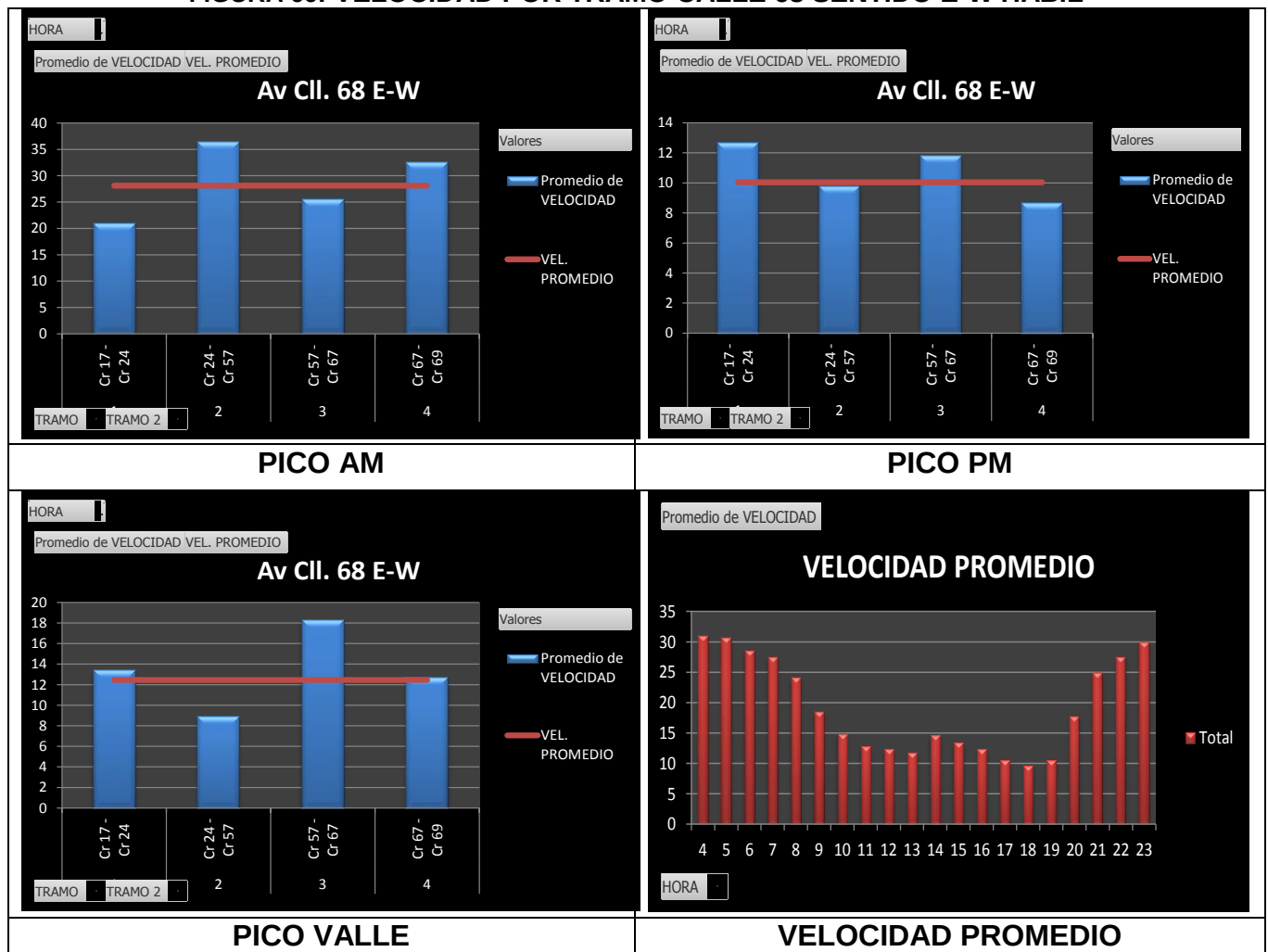


FIGURA 67: VELOCIDAD POR TRAMO CALLE 68 SENTIDO W-E HÁBIL

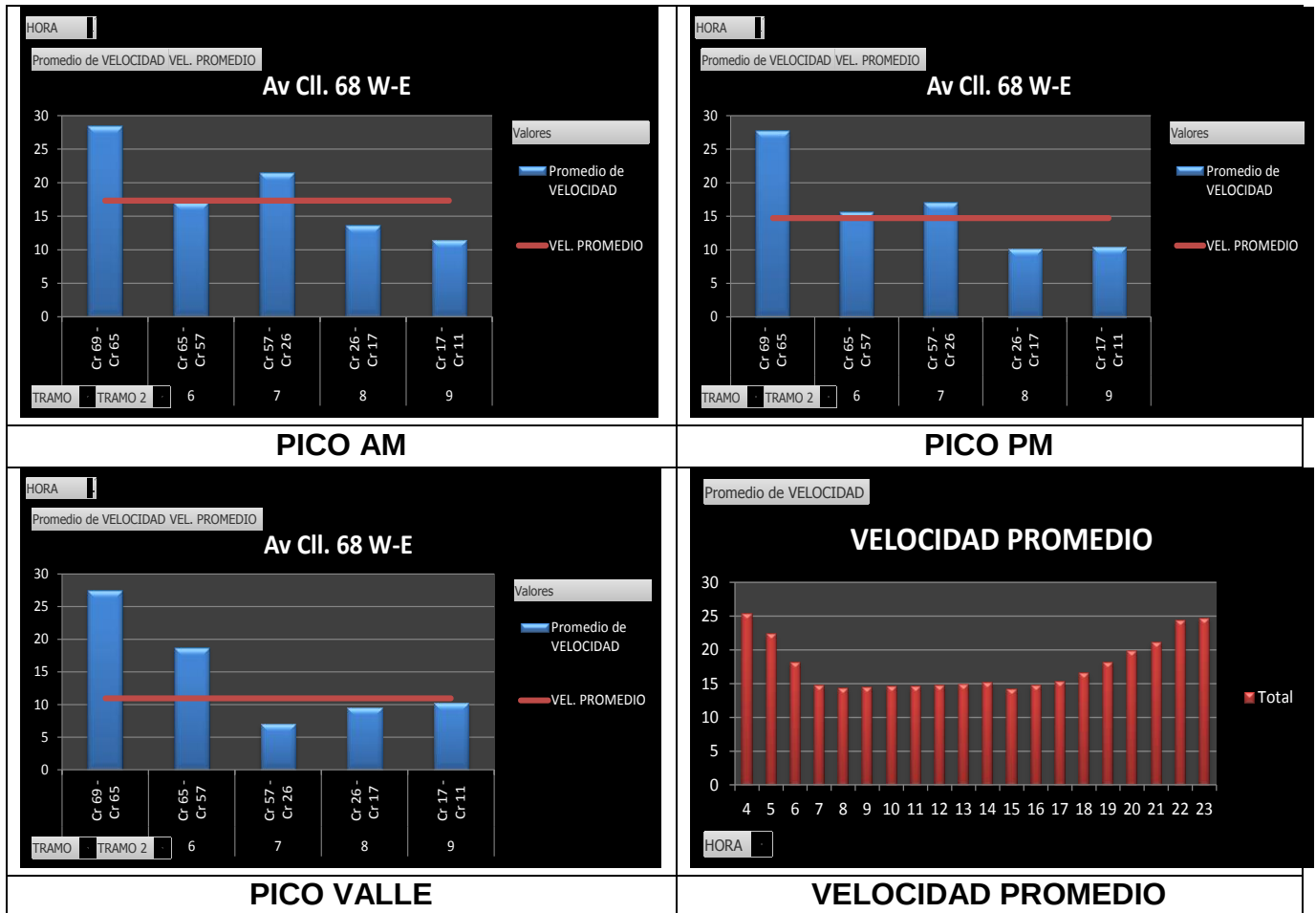
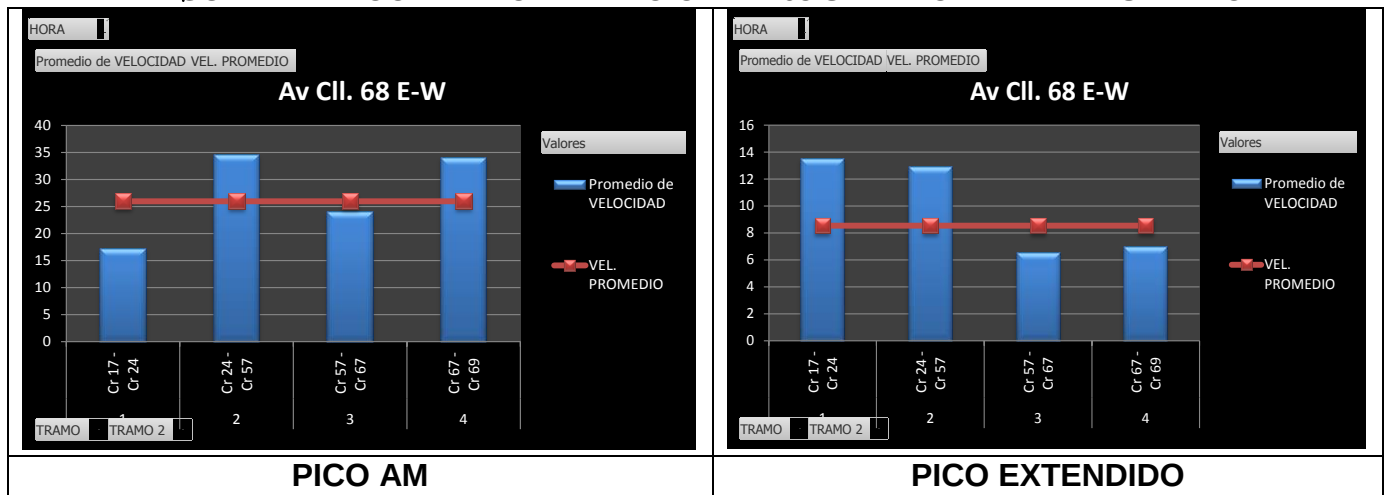


FIGURA 1: VELOCIDAD POR TRAMO CALLE 63 SENTIDO E-W Y W-E SÁBADO



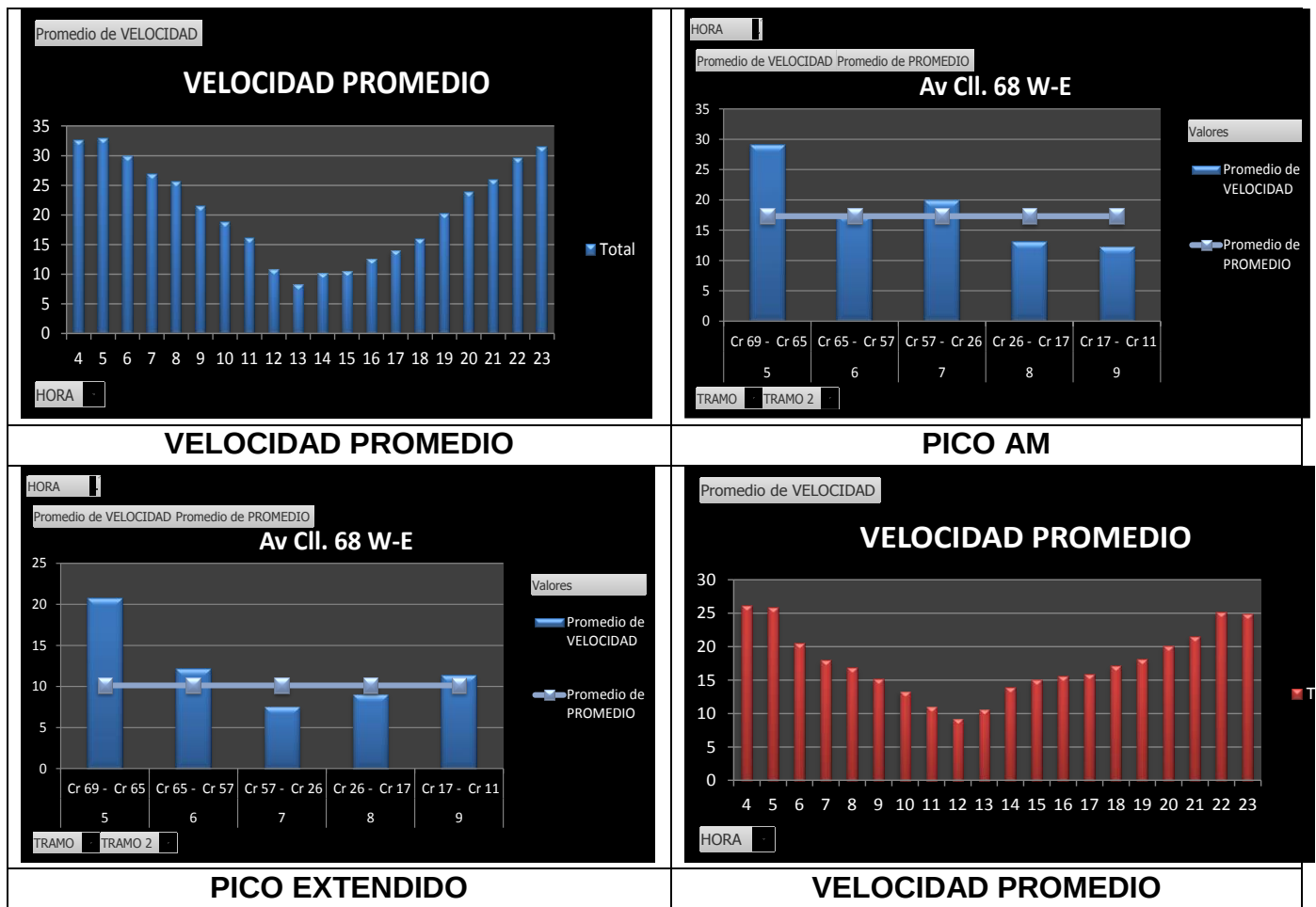
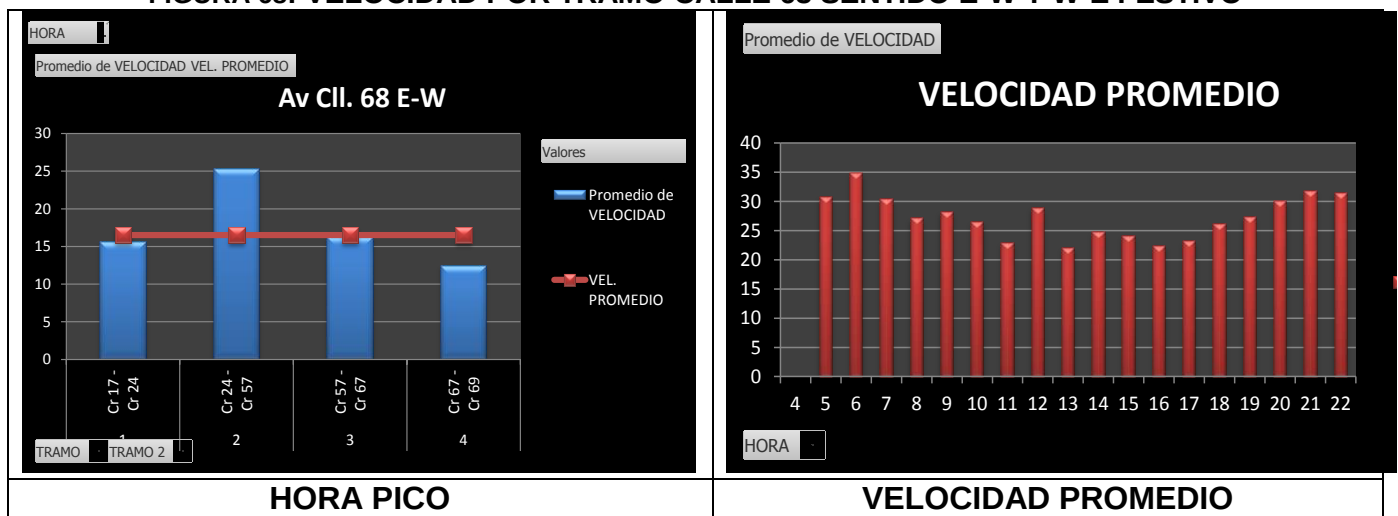


FIGURA 68: VELOCIDAD POR TRAMO CALLE 63 SENTIDO E-W Y W-E FESTIVO



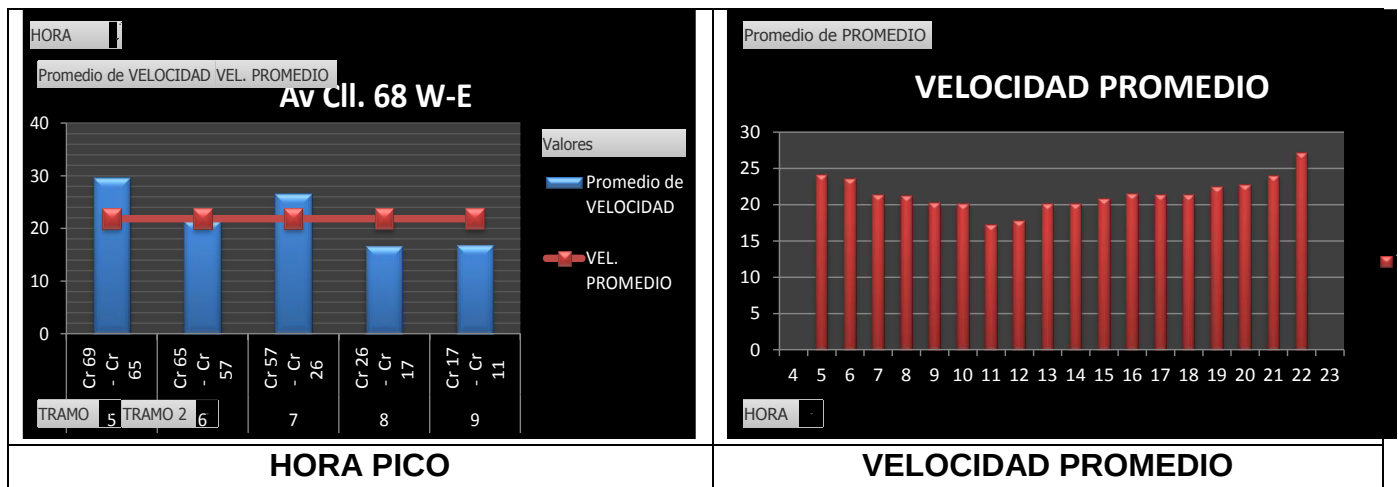


FIGURA 69: VELOCIDAD POR TRAMO CALLE 63 SENTIDO E-W Y W-E FESTIVO



El mal estado de LOS ANDENES DIFICULTA LA MOVILIDAD EN EL PEATON.CR 68



EN EL CORREDOR DE LA CL 66 EL PARQUEO LATERAL DIFICULTA LA MOVILIDAD. CR 66

CORREDOR CALLE 66 PARQUEO LATERAL.



EL MAL ESTADO DE LA MALLA VIAL DIFICULTA LA MOVILIDAD. CORREDOR CALLE 66

6.1.10 AV CHILE – CALLE 72

En el análisis de este corredor, se presenta el periodo más crítico en la hora pico pm aproximadamente de 17:00 a 20:00 con velocidades inferiores a los 10 km/hr, en el sentido Oriente – Occidente, sin embargo en el sentido Occidente – Oriente se presenta el periodo más crítico de 7:00 a 8:00 con una velocidad promedio de 10 km/hr.

En las Figuras 70 a 74 se aprecian algunos tramos muy críticos con velocidades inferiores a los 9 km/hr.

FIGURA 70: VELOCIDAD POR TRAMO CALLE 72 SENTIDO E-W HÁBIL

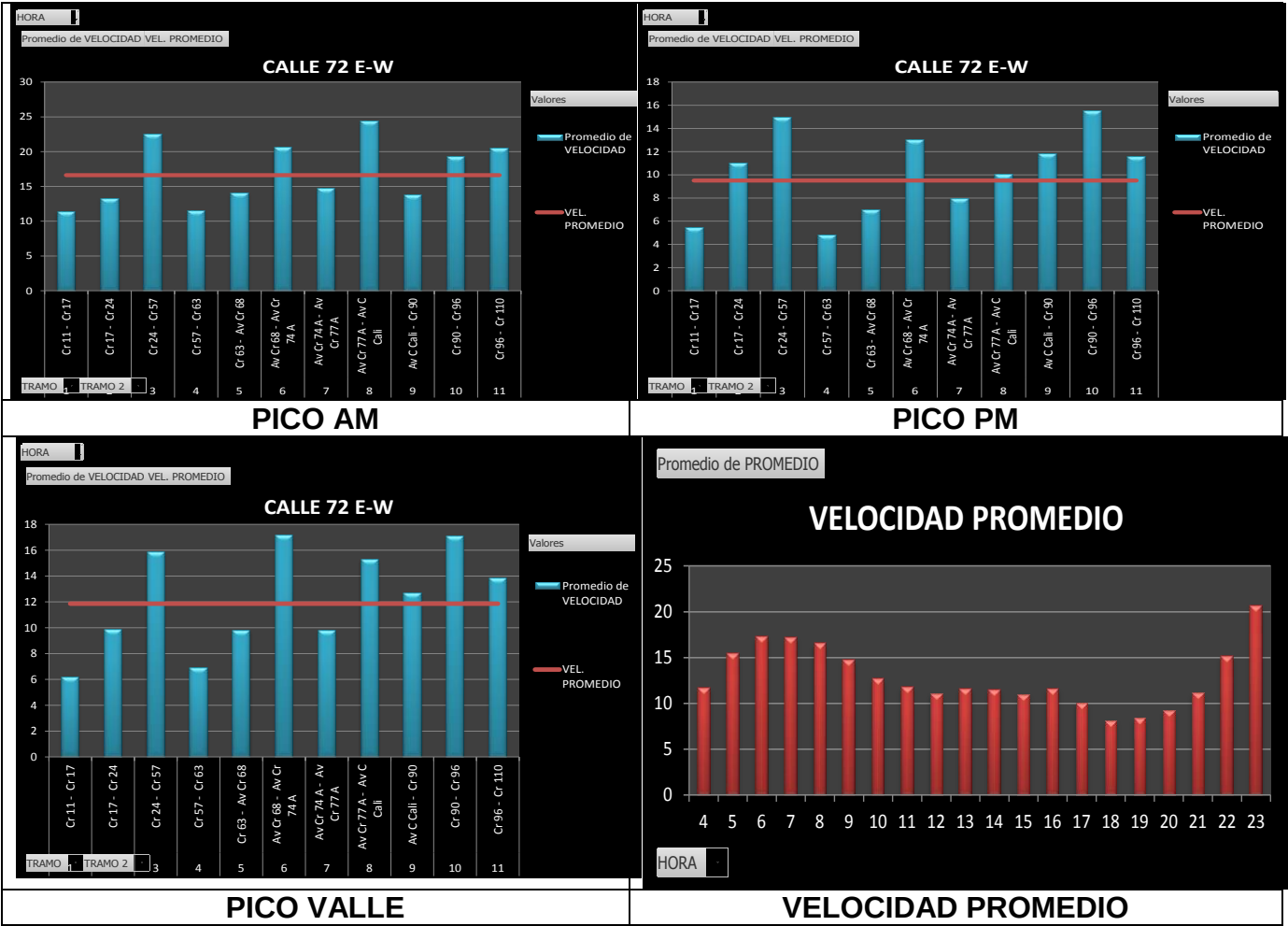


FIGURA 71: VELOCIDAD POR TRAMO CALLE 72 SENTIDO W-E HÁBIL

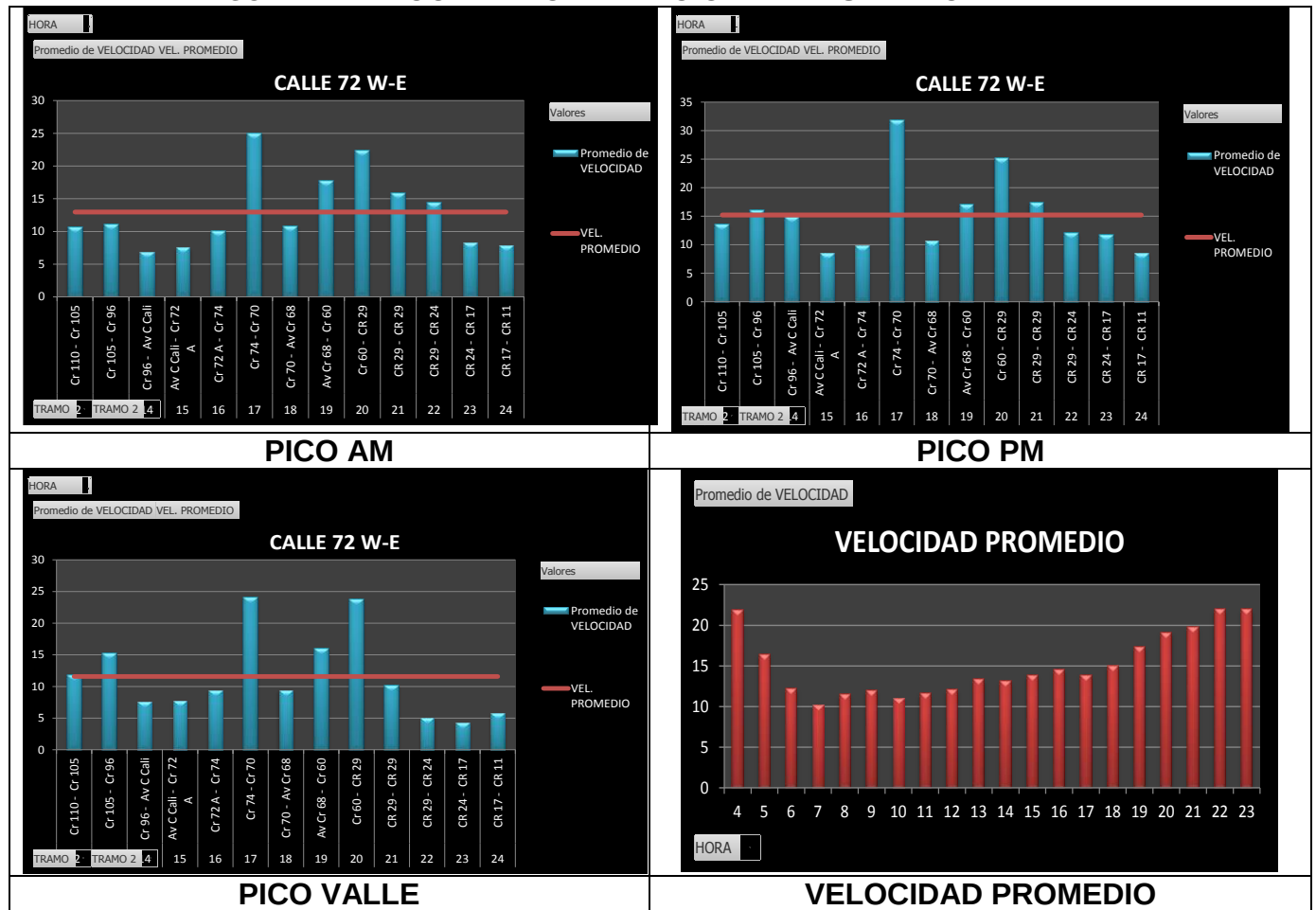
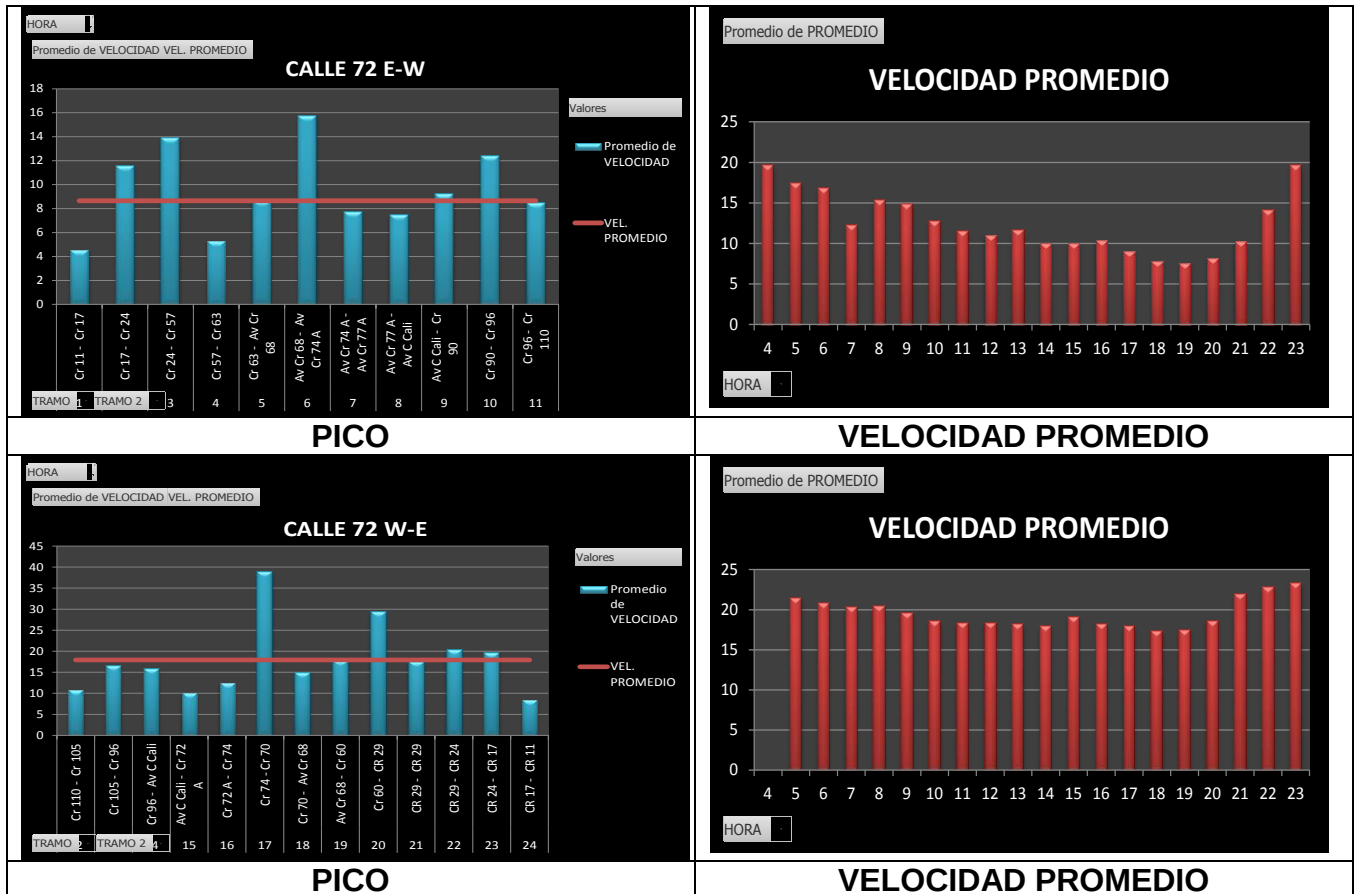


FIGURA 72: VELOCIDAD POR TRAMO CALLE 72 SENTIDO E-W Y W-E SÁBADO



FIGURA 73: VELOCIDAD POR TRAMO CALLE 72 SENTIDO E-W Y W-E FESTIVO



Este corredor se convierte en el corredor principal para la zona de Engativá debido al número de rutas que circulan sobre la misma. En cuanto a la problemática que presenta se encuentra el mal estado de la malla vial, con presencia de agrietamientos profundos que afectan constantemente no solo la velocidad del corredor sino también el mantenimiento de los vehículos. Adicionalmente se presenta un desaprovechamiento de la infraestructura existente en cuanto a la presencia de bahías, ya que estas no se utilizan, generando reducción de la capacidad vial y por ende reducciones fuertes en la velocidad de operación. También es importante destacar la presencia de paraderos con demasiadas rutas asignadas, lo cual dificulta la operación y genera longitudes de cola considerables en dichos puntos, así como la necesidad de revisar los tiempos semafóricos de la intersección de la Calle 72 X Av. Ciudad de Cali.

FIGURA 74: PROBLEMÁTICA CORREDOR CALLE 72





Estado deficiente de la malla vial (CI 72 x Cr 104a).



Intersección (CI72 x Cr 103^a) alto volumen vehicular sentido oriente-occidente.



Paradero SITP ubicado posterior a la bahía 173 A05 (CI 72 x 101^a).Modulo instalado sin rutas asignadas. Se recomienda aprovechamiento de la bahía y de modulo existente.



Bahía utilizada de forma inadecuada. Ubicada en la CI 72 entre Cr 100^a y 99c



Bahía utilizada de forma inadecuada. Ubicada en la CI 72 entre Cr 99B



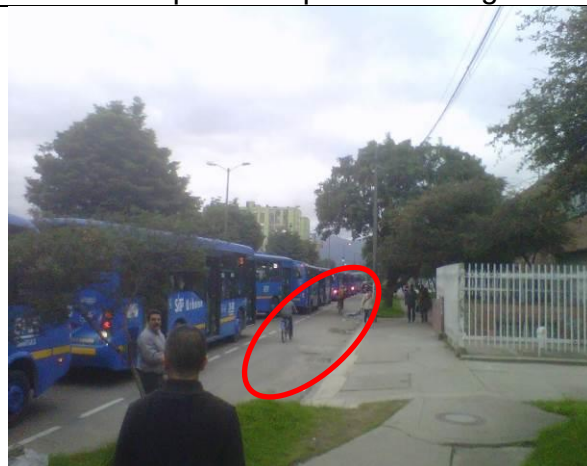
Bahía utilizada de forma inadecuada.
Ubicada en la CI 72 entre Cr 98A



Paradero (172 A05), ubicado en la CI72 x Cr 98B. Alta demanda de usuarios y sobreoferta de rutas. Existe una bahía y un módulo previo al paradero asignado.



Paradero (170 A05), ubicado en la CI72 x Cr 90, existe una bahía previa utilizada de forma inadecuada. Se encuentra antepuesto a una intersección semafórica.



Bahía utilizada de forma inadecuada.



Alto volumen vehicular en sentido

Ubicada en la Cl72 x Cr 89



oriente-occidente en la cl 72.



Paradero (177 C05), ubicado en la Cl72 x Cr 87. Alta demanda de usuarios y sobreoferta de rutas. Se encuentra antepuesto a una intersección semafórica.



Se presenta conflicto en la Intersección ubicada en (Cl 72 x Av. Ciudad de Cali).



Parqueo de vehículos particulares al costado de la vía (Cl 72 x Cr76), sentido occidente –oriente y viceversa.



Paradero (179 A05), ubicado en la Cl72 x Cr 74. Alta demanda de usuarios y sobreoferta de rutas. Se encuentra antepuesto a una intersección semafórica. Existe un módulo previo al paradero asignado.



Parqueo en vía calle 72 con carrera 62

Semáforos continuos en cada intersección



Parqueo en vía calle 72 con carrera 13.

Parqueo en vía obstaculizan el paradero.
Calle 72 con carrera 11.

6.1.11 CARRERA 11 Y CARRERA 13

En este corredor se observa un comportamiento bueno en el periodo pico am, con una velocidad promedio superior a los 15 km/hr, sin embargo tanto en el valle como en el pico pm, la velocidad deciente hasta un promedio de 9 km/hr., destacándose el periodo más crítico del día entre las 17:00 y las 20:00 con velocidad promedio inferior a los 8 km/hr.

FIGURA 75: VELOCIDAD POR TRAMO CRA 11 Y CRA 13 SENTIDO N-S HÁBIL

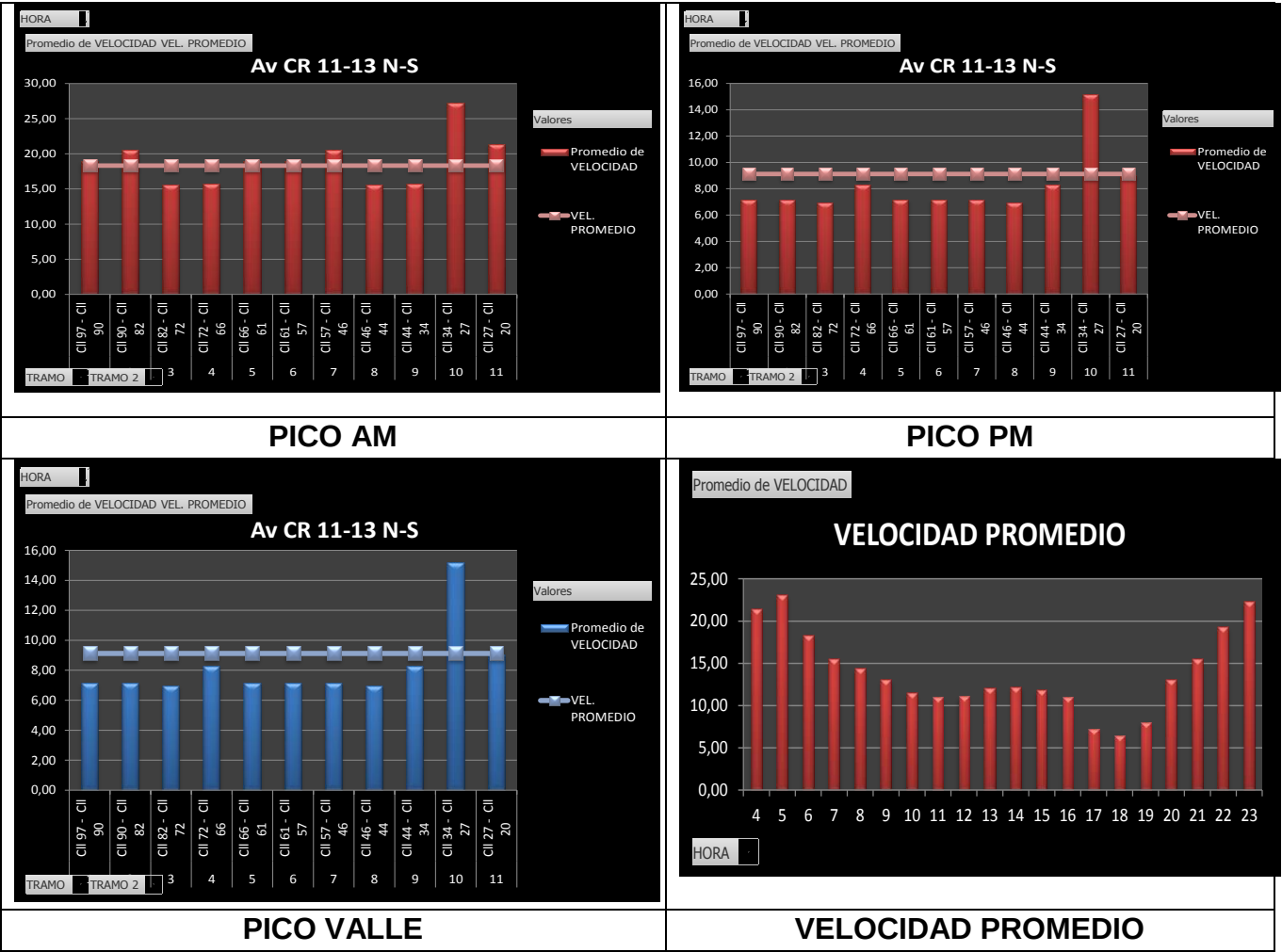


FIGURA 76: VELOCIDAD POR TRAMO CRA 11 Y CRA 13 SENTIDO N-S SÁBADO

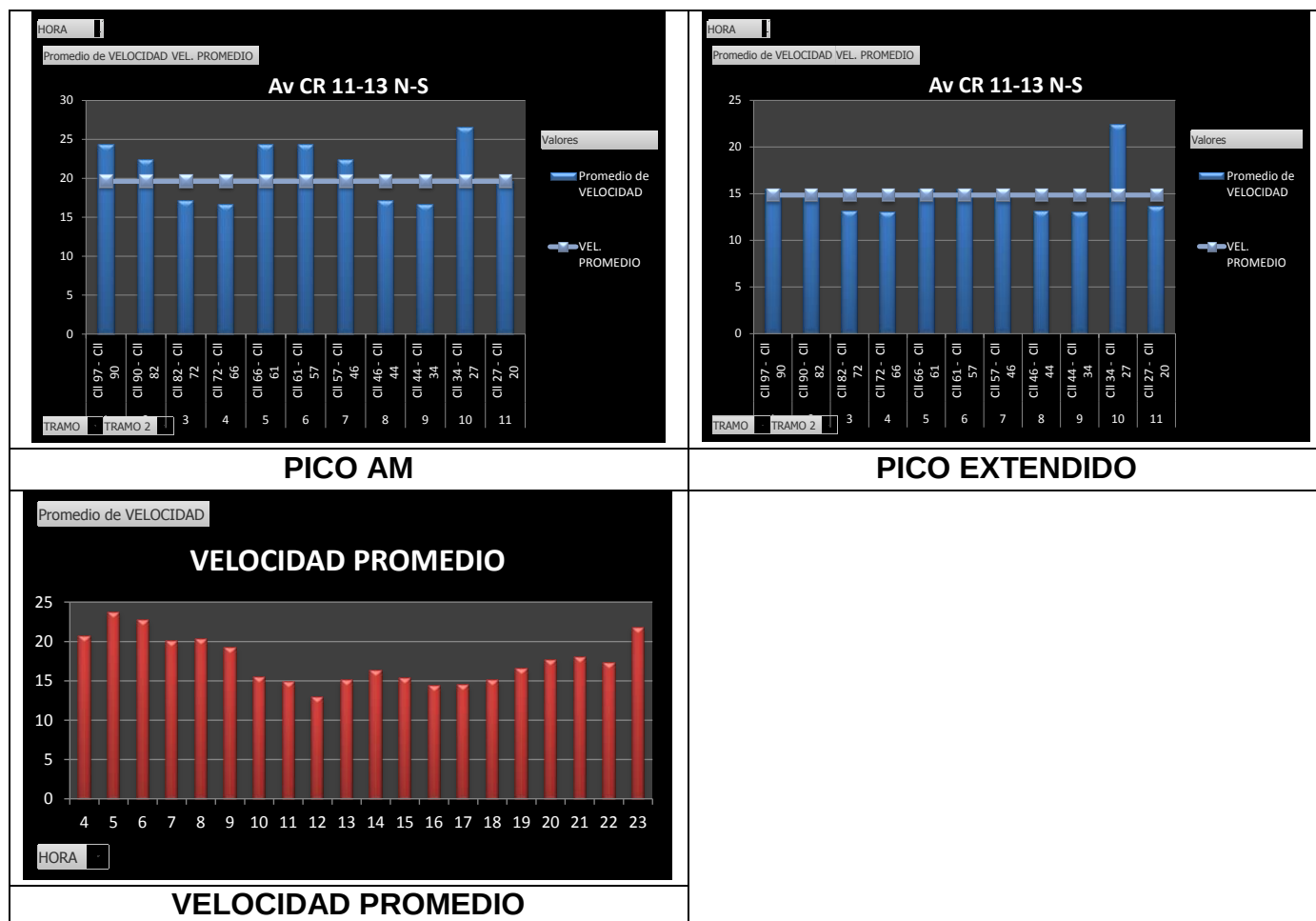
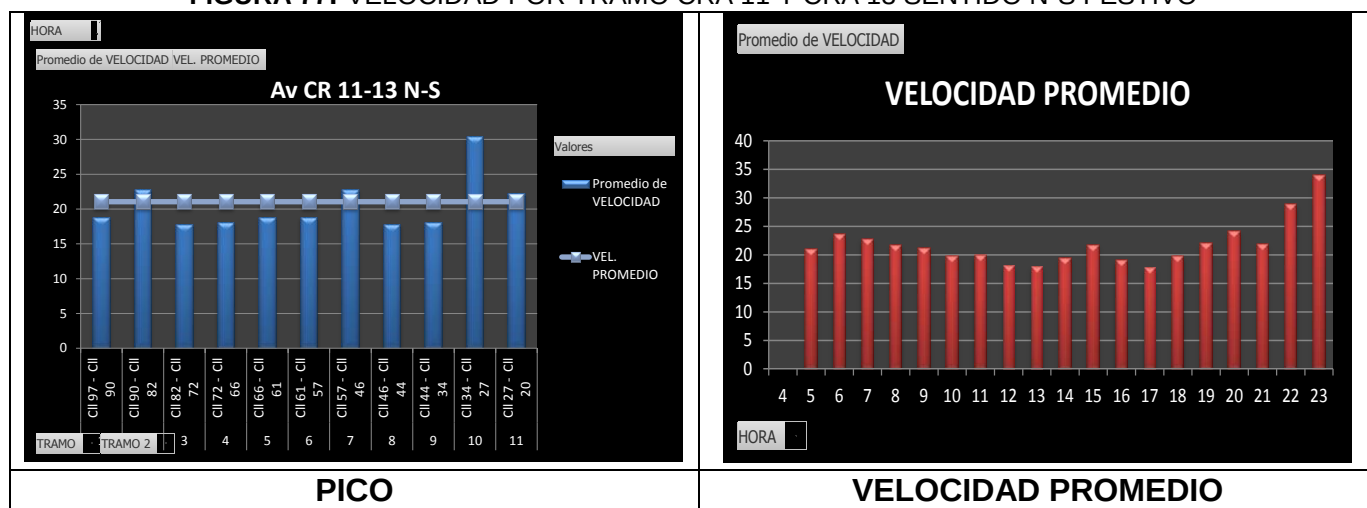


FIGURA 77: VELOCIDAD POR TRAMO CRA 11 Y CRA 13 SENTIDO N-S FESTIVO



Para este corredor se tienen varios problemas detectados, entre los cuales uno de los más críticos es el alto flujo vehicular y peatonal, que en varias ocasiones no respeta la señalización existente, los semáforos, y adicionalmente el parqueo en vía, dificultan la operación y disminuyen la velocidad del corredor.

FIGURA 78: PROBLEMÁTICA CRA 11 Y CRA 13



LA CONGESTION VEHICULAR Y PEATONAL, DIFICULTAN LA MOVILIDAD. CR 13



LOS PARQUEADEROS DE LOS EDIFICIOS. CONGESTIONAN LA MOVILIDAD. CR 11.



DEMASIADOS SERVICIOS CONGESTIONAN LOS PARADEROS. CR 11.



EL PARQUEO LATERAL DIFICULTA LA MOVILIDAD. CORREDOR CR 13

6.2 PROPUESTAS DE MEJORAMIENTO DE VELOCIDADES

En este capítulo se realizan propuestas enfocadas al mejoramiento de la velocidad de los diferentes corredores, ya que este factor no solo afecta directamente la operación del sistema, sino también la cantidad de flota necesaria para el SITP y los niveles de servicio que se le presta a los usuarios.

Es importante mencionar que los factores que se han identificado como generadores de las bajas velocidades y las alternativas de mejora propuestas deben mirarse de manera integral, dado que la aplicación de varias medidas pueden llevar a una mejora sustancial del Sistema. Es así como por ejemplo decidir hacer la mejora de los tiempos de una intersección vial, sumado a un control de parqueo en la vía puede contribuir de manera significativa en la operación del Sistema. Esta situación puede darse igualmente con la implementación de carriles segregados y organización de las paradas de las rutas. Así mismo, para todos los corredores analizados se considera indispensable generar una revisión de la sincronización de las intersecciones semafóricas.

En el presente capítulo existen propuestas de mejoramiento operativas y en infraestructura que desde el punto de vista de la operación son necesarias si se requiere mejorar los diferentes indicadores del sistema y que por ende el usuario perciba un mejor servicio.

A continuación se presentan las propuestas para cada uno de los corredores analizados.

6.2.1 CARRERA 7

1. Migrar las rutas del paradero con cenefa 245A01 ubicado en la Cra. 7 x Av. Contador y que cuenta con 14 rutas, al actual paradero asignado al padrón híbrido dual, ubicado en Cra 7 x Cll 132, para evitar la congestión por su ubicación previa a la intersección semafórica.
2. Reubicación del paradero asignado al padrón híbrido dual, ubicado en Cra 7 x Cll 119, en 60 metros en dirección sur. Lo anterior para evitando congestión por el retorno efectuado en dirección sur-norte y posterior parqueo en módulo asignado dirección norte-sur, dado que cuando se acumulan vehículos la operación de maniobra del giro se dificulta.
3. Presencia de policía de tránsito y transporte que generen control de tráfico en la intersección ubicada en Cra 7 x Cll 183 en las horas pico.

FIGURA 79: PROBLEMÁTICA CRA 11 Y CRA 13

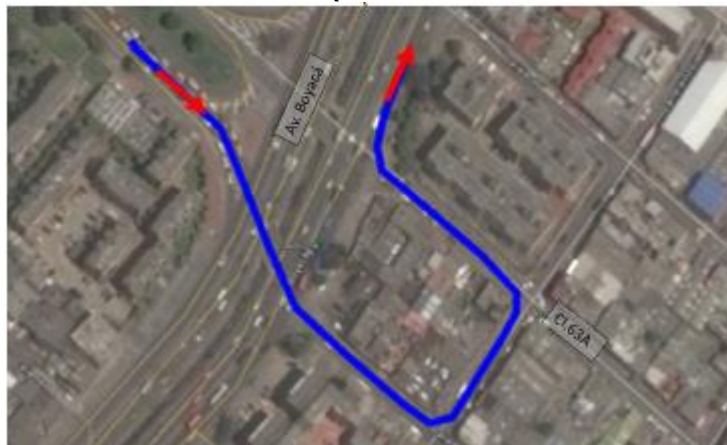


Mapa elaborado en ARCGIS 10.2 fuente propia

6.2.2 AVENIDA BOYACÁ

1. Generar nuevo punto de parada y efectuar redistribución de las rutas asignadas al paradero con cenefa 055AO7 en el cual hay cerca de XX rutas, ubicado en Av. Boyacá x Cl 12B.
2. Solicitar presencia de policía de tránsito y transporte que generen control de tráfico en la intersección ubicada en Av. Boyacá x Cl 63A en horas pico, generando disminución de parqueo en vía en zona lateral e implementar una manzana oreja como se muestra en la Figura 80. Eliminando de esta manera el giro izquierdo efectuado para tomar la Av. Boyacá en cual genera bloqueos en la intersección.

FIGURA 80: OPCIÓN MANZANA OREJA (ENTRADA POR CLL 63 BIS - SALIDA CL 63 A)



Fuente: Elaboración Propia.

3. Solicitar presencia de policía de tránsito y transporte que generen control de tráfico en el sector conocido como Yomasa ubicada en el sector sur-oriental de la ciudad, para controlar las paradas de los buses del TPC e intermunicipales que bloquean el paso al hacer paradas en sitios no permitidos y en algunos casos invadiendo más de un carril.
4. Generar una obra de infraestructura (retorno-giro en U Norte - Norte) sobre la Av. Boyacá, a los vehículos que circulan en dirección norte-sur, que quieren ir en dirección oriente. Generando descongestión en la intersección ubicada en Av. Boyacá x Cl 12. Como opción dos se presentan la continuidad de la Tv.24 en dirección norte como se observa en la Figura 81.

5. Controlar el estacionamiento de buses Intermunicipales en la Av. La Esperanza x Calle 13 y Calle 26.

FIGURA 81 OPCIÓN DOS (CONTINUIDAD DE LA TV 24 EN DIRECCIÓN NORTE)



Fuente: Elaboración Propia.

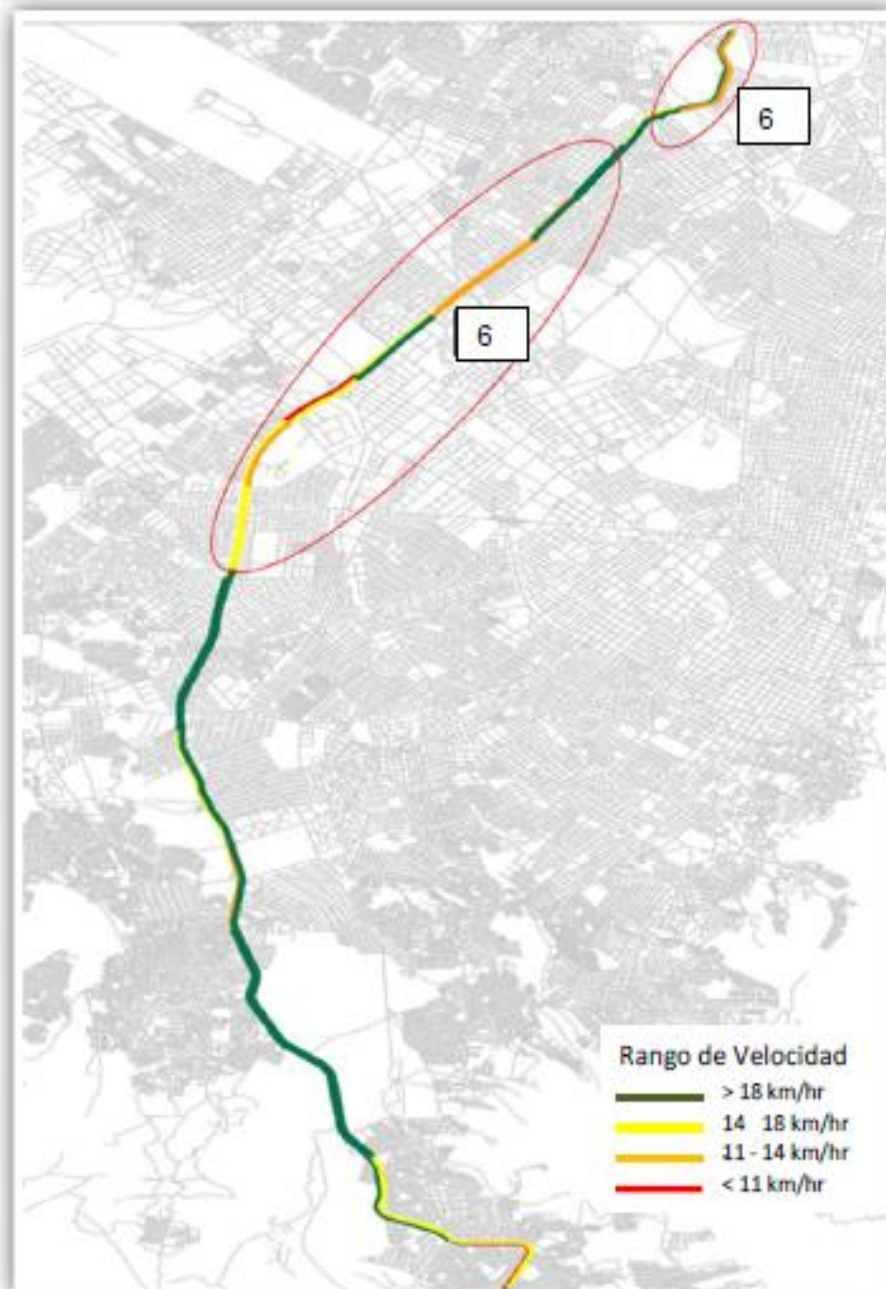
6. Se observó el alto volumen vehicular que transita por la Av. Boyacá, se analizó la infraestructura disponible en los dos sentidos de circulación, y se determinó la necesidad de implementar un carril preferencial comprendido entre la Cl 13 y la Av.1 de Mayo, sentido Norte-Sur y Sur-Norte, de acuerdo con lo que se presenta en la Figura 82, lo anterior con el objetivo de garantizar la movilidad de las rutas del SITP y de esta manera incentivar el ingreso de un mayor volumen de usuarios al SITP y reducirles su tiempo de viaje y poder optimizar flota.

FIGURA 82 ESQUEMA EN PLANTA CARRIL PREFERENCIAL



Fuente: Elaboración Propia.

FIGURA 83 PROPUESTAS AV BOYACÁ

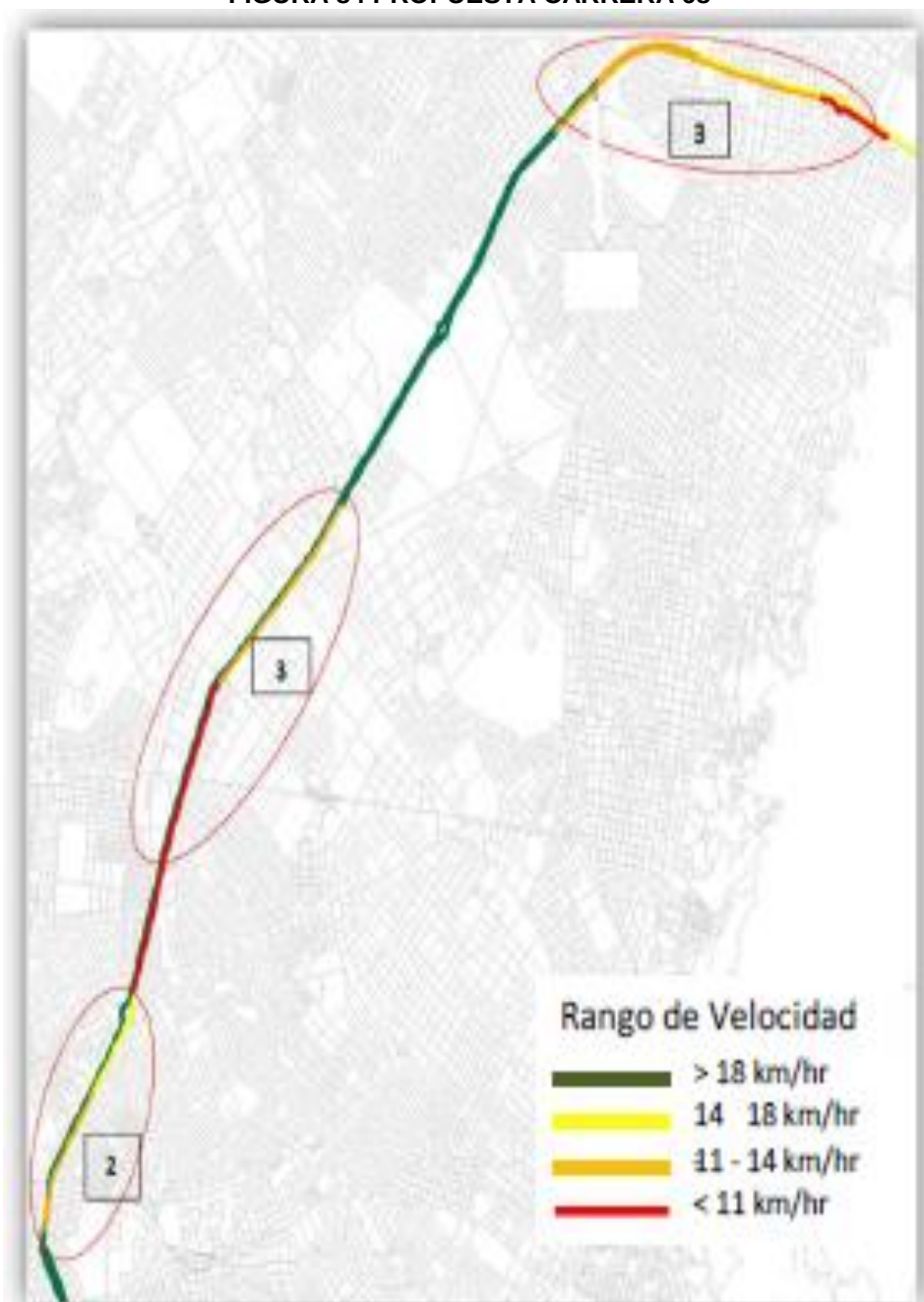


Mapa elaborado en ARCGIS 10.2 fuente propia

6.2.3 CARRERA 68 - CALLE 100

1. Eliminar el semáforo peatonal ubicado sobre la Cr. 68 x Cl 13, previa construcción de un puente peatonal adosado al puente vehicular construido a desnivel sobre la Carrera 68. Mejorando de forma notable la movilidad en los dos sentidos de circulación.
2. Solicitar presencia de policía de tránsito y transporte que generen control de tráfico, evitando parqueo en zonas laterales de la Av.Cra.68 entre la Av. 1 Mayo y ClI 63s.
3. Se observó un el alto volumen vehicular que transita por la Av. Cra.68, se analizó la infraestructura en los dos sentidos de circulación, y se propone la implementación de un carril preferencial comprendido entre ClI 11 y la ClI 80, sentido Norte-Sur y Sur-Norte, lo anterior en afán de incentivar el ingreso de un mayor volumen de usuarios al SITP y mejorar la movilidad del corredor.
4. En las horas de la mañana, se observa un impacto alto en el semáforo de la Av. Suba, dado que la policía de tránsito altera el funcionamiento de la intersección, dándole mayor tiempo a la Av. Suba. Dado lo anterior, se solicita no aplicar mas esta práctica, para que mejore el funcionamiento de la Calle 100 en este punto en el cual baja mucho la velocidad en horas de la mañana.

FIGURA 84 PROPUESTA CARRERA 68



Mapa elaborado en ARCGIS 10.2 fuente propia

6.2.4 CALLE 116

1. Intersección ubicada en la Cl 116 x Av. Suba, sentido norte-sur, se recomienda canalizar el giro izquierdo con tachas bajas, lo que permitirá mejor movilidad, evitando interrupción generada por disminución de dos carriles a uno, ocasionada por los vehículos que buscan realizar el giro.
2. Intersección ubicada en la Cl 116 x Cra.70C, sentido norte-sur, se recomienda canalizar el giro izquierdo con tachas bajas, lo que permitirá mejor movilidad, evitando interrupción generada por disminución de dos carriles a uno, ocasionada por los vehículos que pretenden realizar el giro.
3. Puente vehicular Cl 116 X Av. Boyacá, prolongar la aguja 50 metros lineales en dirección sur, (instalación de taches altos).Ver Figura 85. Generan mayor movilidad sobre la Av. Boyacá y evitan que los vehículos efectúen entrecruzamiento dando continuidad al descenso del puente de la Calle 116.

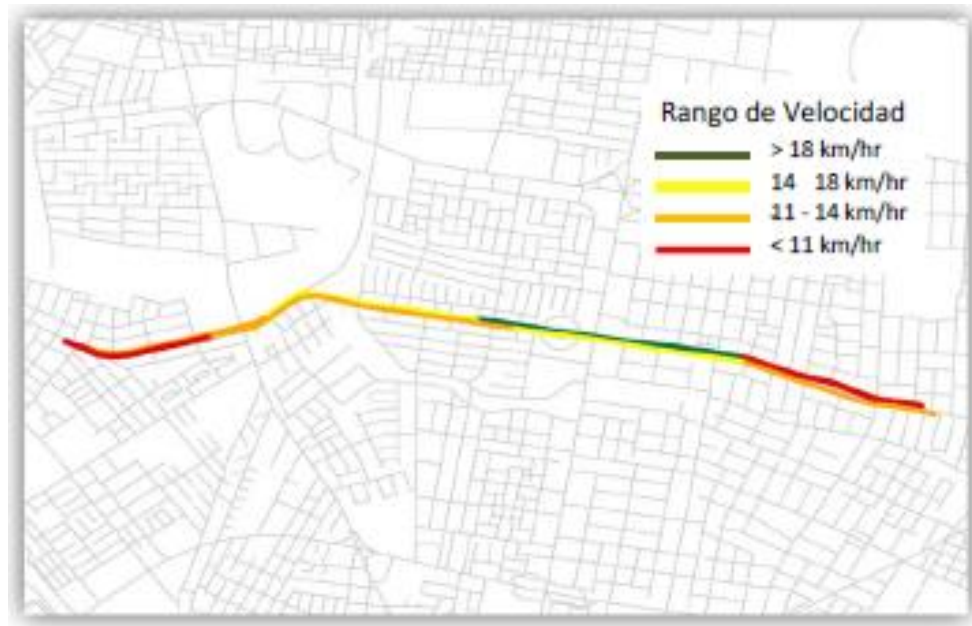
FIGURA 85 ESTADO ACTUAL SALIDA PUENTE VEHICULAR CLL 116 X AV BOYACÁ



Fuente: Elaboración Propia.

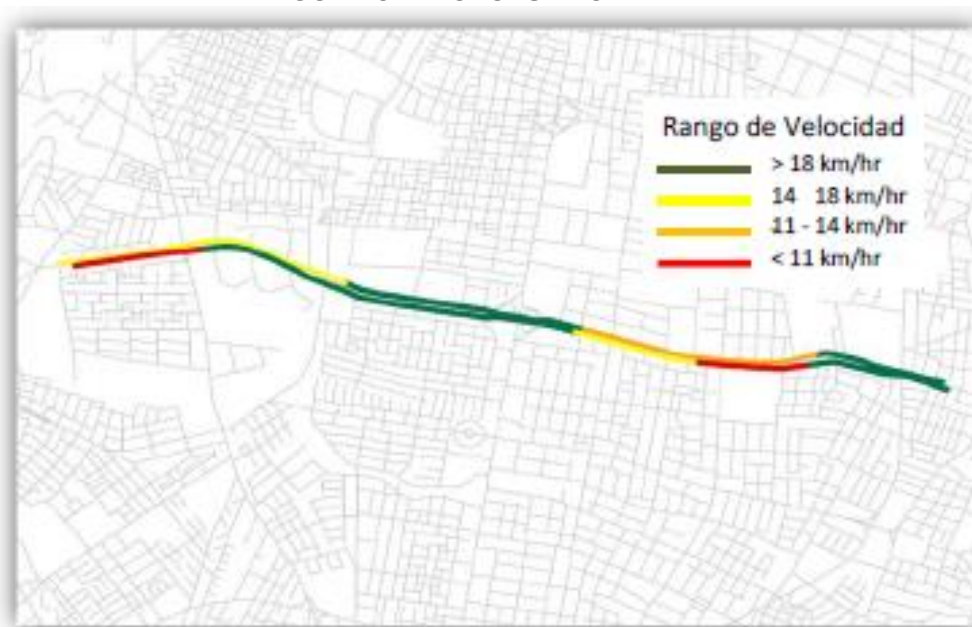
En las figuras 86 y 87 se observa de color rojo los tramos críticos para la calle 116 y 127

FIGURA 86 PROPUESTA CALLE 116



Fuente: Elaboración Propia.

FIGURA 87 PROPUESTA CALLE 127



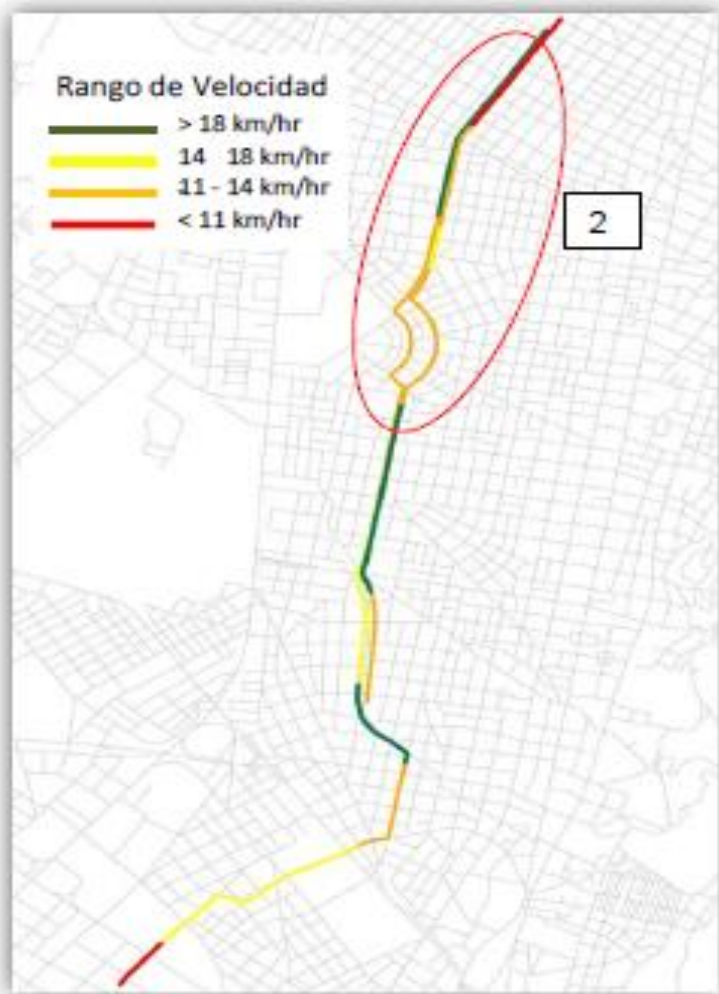
Fuente: Elaboración Propia.

6.2.5 CARRERA 24

1. Reubicación del paradero 392A00, ubicado en Cra. 24 x Cl 53, dirección sur-norte, en 60 metros en dirección sur. Evitando congestión generada por la proximidad del módulo a una intersección semafórica y giro a la derecha de rutas del SITP.

2. Solicitar presencia de policía de tránsito y transporte, que generen control constante en periodos pico de tráfico, evitando el parqueo en zonas laterales de la vía. El tramo con mayor presencia del problema mencionado está comprendido sobre la Cra. 24 entre Cl. 57 y Cl 68.

FIGURA 88 PROPUESTA CARRERA 24



Fuente: Elaboración Propia.

6.2.6 CALLE 24 Y CALLE 19

1. Solicitar presencia de policía de tránsito y transporte, que generen control constante en periodos pico de tráfico, evitando el parqueo en zonas laterales de la vía. El tramo con mayor presencia del problema mencionado está comprendido sobre la Cl. 19 entre Cra.27 y Av. Caracas.

FIGURA 89 PROPUESTA CALLE 24 Y CALLE 19

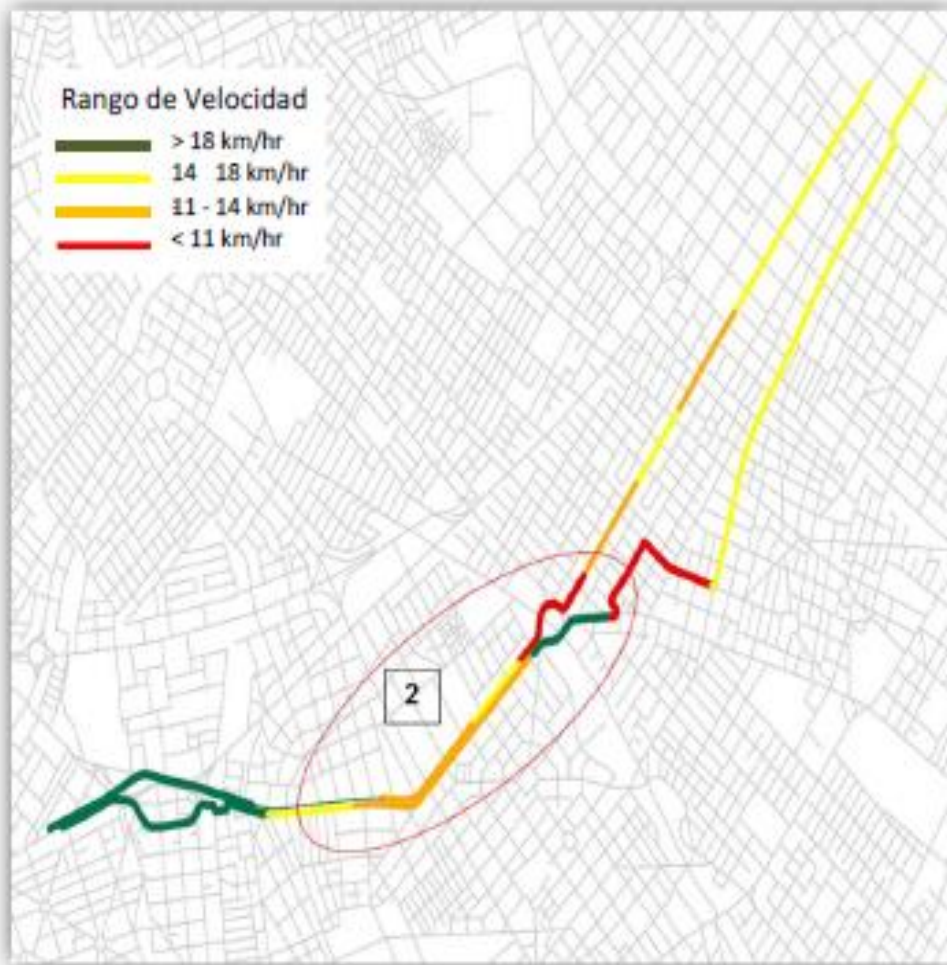


Fuente: Elaboración Propia.

6.2.7 CARRERA 27

1. Solicitar presencia de policía de tránsito y transporte, que generen control constante en periodos pico de tráfico, evitando el parqueo en zonas laterales de la vía de vehículos particulares. El tramo con mayor presencia del problema mencionado está comprendido sobre la Cra. 27 entre CI57 CI 68.
2. Solicitar presencia de policía de tránsito y transporte, que generen control constante en periodos pico de tráfico, evitando el parqueo en zonas laterales de la vía de vehículos de transporte público intermunicipal. El tramo con mayor presencia del problema mencionado está comprendido sobre la Cra. 27 CARRERA 11 entre CI 18S y Av.1 mayo.

FIGURA 90 PROPUESTA CARRERA 27

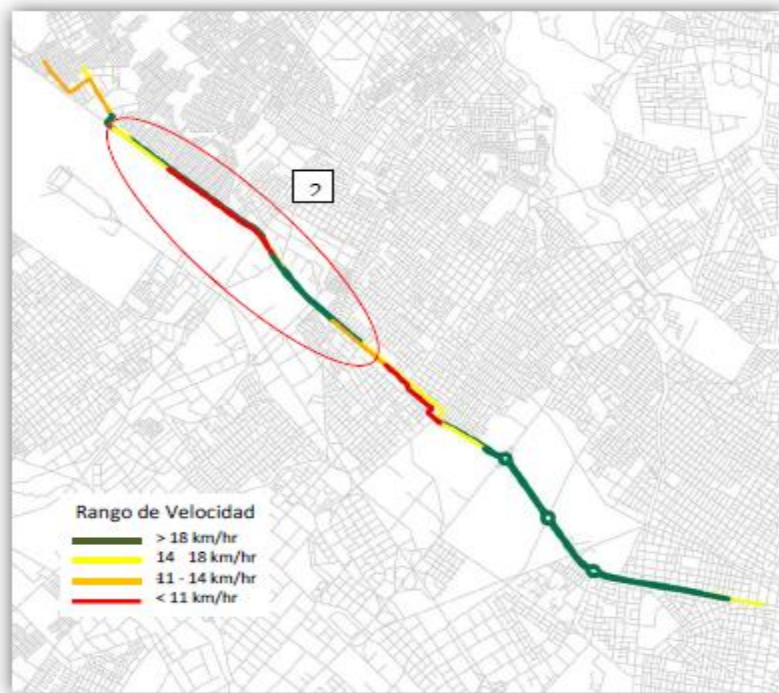


Fuente: Elaboración Propia.

6.2.8 CALLE 63/64

1. La circulación de vehículos en la Tv.93 entre Cl 26 y Cl 63 debe efectuarse en un solo sentido (sur-norte), restringiendo de esta forma el giro izquierdo en la intersección del Cl 63 X Tv.93 , permitiendo solo el efectuado en dirección sur-norte por los vehículos que transitan por la Cl 63. Para llegar a la Calle 16, los vehículos que van por la Calle 63 pueden tomar la Av. Ciudad de Cali.
2. Solicitar presencia de policía de tránsito y transporte, que generen control los días sábados y festivos en el tramo de la Cl 63 entre la Tv.112 B BIS A y la Tv.93, por parqueo constante en vía en algunos casos, alusivo a la feria automotriz.
3. Se ha podido identificar que el paradero con ID 064A05 - Br Bonaire Cl 64 Surtimax genera bloqueo de la vía dado que en el horario de la mañana se movilizan cerca de 557 pasajeros para 20 rutas zonales que se detienen en el mismo y 270 pasajeros para alimentación, para cerca de 830 pasajeros en el periodo mencionado Dado lo anterior, se solicita que el paradero con ID 064A05 sea redistribuido en 3 módulos por destinos de la siguiente manera: Módulo 1 – Alimentación, Módulo 2 Rutas Norte y Módulo 3 Rutas Zona Neutra y Sur

FIGURA 91 PROPUESTA CALLE 63



Fuente: Elaboración Propia.

FIGURA 92 PAR VIAL CALLE 64



Fuente: Elaboración Propia.

6.2.9 CARRERA 11 Y CARRERA 13

1. Se observó un el alto volumen vehicular que transita por la Cra.11, se analizó la infraestructura en los dos sentidos de circulación, y se concertó la implementación de un carril preferencial comprendido entre CI 100 y CI 82, lo anterior con el objetivo de mejorar la velocidad de desplazamiento del SITP en este corredor y así incentivar el ingreso de un mayor volumen de usuarios al SITP, restableciendo la confianza al generar un aumento en la velocidad promedio del sistema.
2. Se observó un el alto volumen vehicular que transita por la Cra.13, se analizó la infraestructura en los dos sentidos de circulación, y se concertó la implementación de un carril preferencial comprendido entre la CI 64 y la CI 37, lo anterior con el objetivo de mejorar la velocidad de desplazamiento del SITP en este corredor y así incentivar el ingreso de un mayor volumen de usuarios al SITP, restableciendo la confianza al generar un aumento en la velocidad promedio del sistema.
3. Previo a la implementación del carril preferencial se sugiere solicitar la presencia de policía de tránsito y transporte, que generen control en horas pico de circulación vehicular, para efectuar disminución de parqueo en vía de vehículos

particulares que efectúan parqueo y carga de mercancías en lugares no permitidos.

4. Revisar de manera conjunta la ubicación y cantidad de rutas asignadas a paraderos ubicados en estos corredores. La demanda se encuentra en un notable crecimiento lo cual genera una oferta de módulos impropia. Por ejemplo, en el paradero 233A00 se encuentran asignadas 20 rutas.

FIGURA 93 PROPUESTA CARRERA 11 Y CARRERA 13



Fuente: Elaboración Propia.

6.2.10 CALLE 72

1. El paradero con cenefa 174A05 ubicado en la ClI 72 x Cra.105I, tiene asignadas 26 rutas. Su demanda promedio día hábil equivale a 1318 PAX/DÍA. Se sugiere implementación de uno o dos módulos adicionales y reparto equitativo de rutas del SITP en dichos módulos.
2. El paradero con cenefa 173A05 ubicado EN LA ClI 72 x Cra.102, tiene 28 rutas asignadas. Su demanda promedio día hábil equivale a 1.167 PAX/DÍA. Aprovechar de forma inmediata la infraestructura existente (bahía de parqueo y módulo de espera al usuario de transporte público) para mejorar la operación de este paradero. La bahía de parqueo se observa en la Figura 94, tiene una longitud de 108 metros lineales, puede ofertar 12 vehículos tipo buseton, tomando como distancia de separación 1 metro.

FIGURA 94 CONDICIONES BAHÍA DE PARQUEO CL 72 X CR 102 A



Fuente: Elaboración Propia.

3. El paradero con cenefa 172A05 ubicado en la ClI72 x Cra.97Bis, tiene asignadas 28 rutas. Su demanda promedio día hábil equivale a 1083 PAX/DÍA. Aprovechar de forma inmediata la infraestructura existente (bahía de parqueo y módulo de espera al usuario de transporte público). La bahía de parqueo se observa en la Figura 95, tiene una longitud de 82 metros lineales, puede ofertar 8 vehículos tipo buseton, tomando como distancia de separación 1 metro.

FIGURA 95 CONDICIONES BAHÍA DE PARQUEO CL 72 XCR 98 B

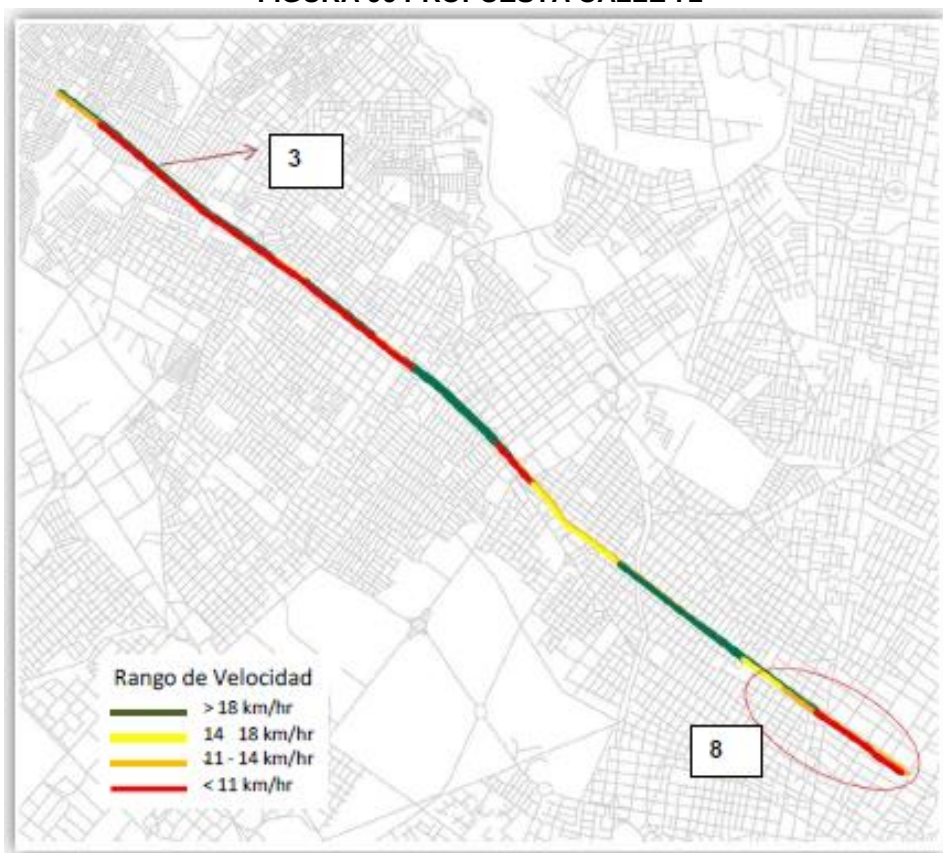


Fuente: Elaboración Propia.

4. El paradero con cenefa 170A05 ubicado en la Cll 72 x Cra. 90, tiene asignadas 27 rutas. Su demanda promedio día hábil equivale a 670 PAX/DÍA. Aprovechar de forma inmediata la infraestructura existente (bahía de parqueo).
5. El paradero con cenefa 177C05 ubicado en la Cll 72 x Cra.87, tiene asignadas 16 rutas. Su demanda promedio día hábil equivale a 806 PAX/DÍA. Se sugiere implementación de un módulo adicional y reparto equitativo de rutas de SITP.
6. Intersección Cll 72 x Av. Ciudad de Cali. Se encuentra en inminente colapso se sugiere efectuar toma de información en campo y efectuar modelación con software apropiado, posterior al procesamiento y análisis de resultados efectuar evaluación actual y obtener soluciones para el mejoramiento de esta intersección.
7. El paradero con cenefa 179A05 ubicado en la Cll 72 x Cra.74, tiene asignadas 26 rutas. Su demanda promedio día hábil equivale a 855 PAX/DÍA. Aprovechar de forma inmediata la infraestructura existente para el ascenso y descenso de pasajeros (módulo de espera al usuario de transporte público).

8. Se observó un el alto volumen vehicular que transita por la Cl.72, se analizó la infraestructura en los dos sentidos de circulación, y se detectó la necesidad de implementación de un carril preferencial comprendido entre la Av. Caracas y la Cra.7, para mejorar la velocidad de desplazamiento del SITP en este corredor, dado el alto volumen vehicular que se registra en el mismo.

FIGURA 96 PROPUESTA CALLE 72



Fuente: Elaboración Propia.

CONCLUSIONES

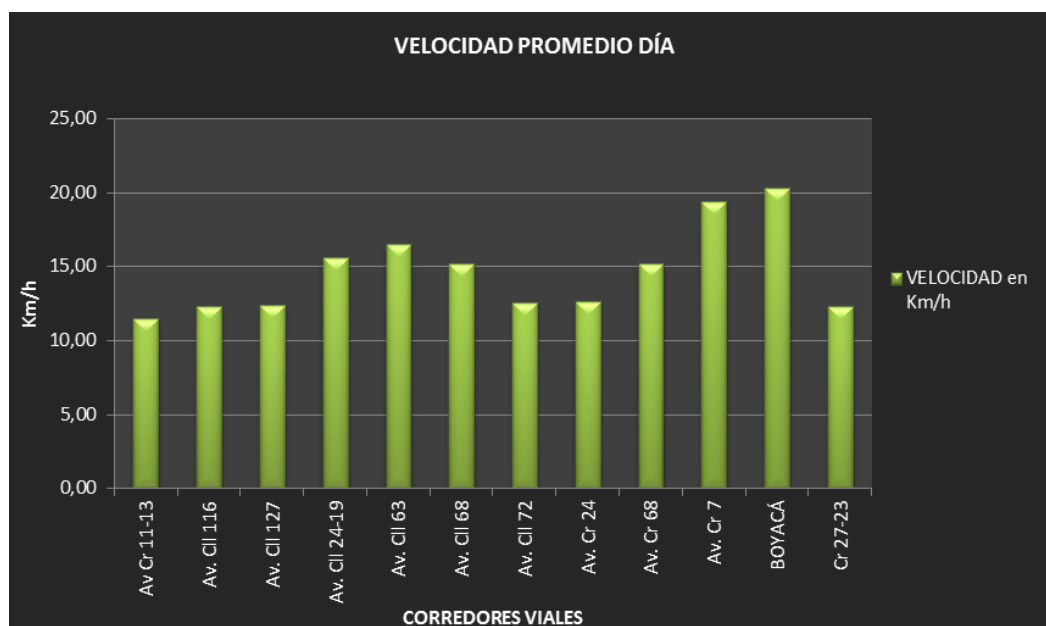
Antes de concluir este informe, es necesario recordar que se ha realizado con el fin de construir un análisis de la velocidad de la malla vial por donde transitan las rutas del **SITP** visto desde la perspectiva del operador con el fin de identificar alternativas para optimizar recursos propios mejorando la calidad del servicio.

Se determina que el mal estado de la infraestructura vial y el parqueo en la vía son las principales causas de la reducción de la velocidad; generando que no se cumplan con las velocidades de diseño para el Sistema Integrado de Transporte Público **SITP** (18Km/h) causando que disminuya la calidad del servicio a los usuarios como se muestra en la tabla 8 y la siguiente figura.

TABLA 8. Resumen de Análisis de corredores viales

CORREDOR	LONGITUD en KM	TIEMPO en (hh:mm:ss)	VELOCIDAD en Km/h
Av Cr 11-13	0,85	01:46:14	11,49
Av. CII 116	1,01	01:57:37	12,31
Av. CII 127	0,87	01:40:34	12,39
Av. CII 24-19	0,70	01:04:34	15,59
Av. CII 63	0,79	01:09:27	16,47
Av. CII 68	0,89	01:25:07	15,14
Av. CII 72	0,73	01:23:51	12,52
Av. Cr 24	0,59	01:07:10	12,61
Av. Cr 68	1,29	02:02:14	15,14
Av. Cr 7	1,14	01:24:36	19,39
BOYACÁ	1,77	02:05:35	20,28
Cr 27-23	0,73	01:25:07	12,28
TOTAL	1,01	01:33:58	15,42

FIGURA 97. Gráfica del promedio de velocidad en el desplazamiento por corredor para día hábil



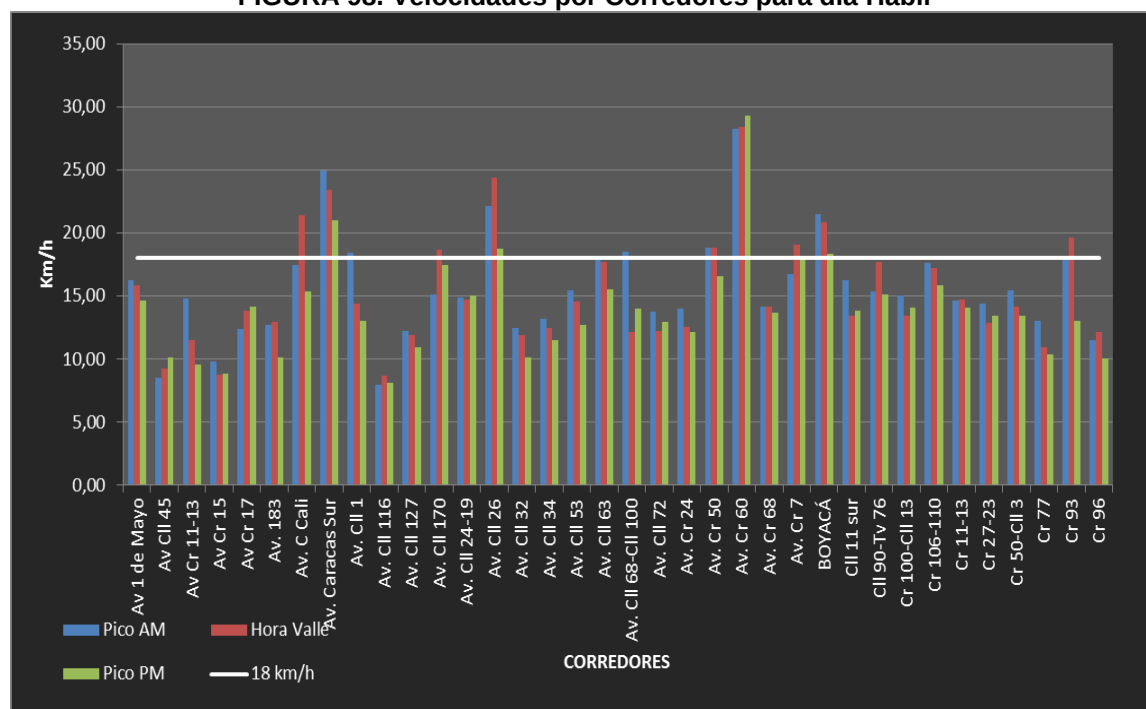
Fuente: Elaboración Propia.

En la tabla anterior se sintetizó para cada corredor vial la longitud analizada, el tiempo promedio de desplazamiento a lo largo del día y la velocidad de desplazamiento por cada uno de ellos evidenciando que como se dijo anteriormente; no se está cumpliendo con la velocidad de diseño del **SITP**.

La reducción de la velocidad no se debe a un solo factor; sino que es un resultado de las condiciones dinámicas a las que se enfrentan los vehículos en la vía como reducción en las secciones de flujo vehicular, infraestructura vial, parqueo indebido a los costados de la vía, intersecciones a nivel muy seguidas, imprudencia de peatones entre otros.

Se logró hacer una amplia caracterización de la velocidad media de operación para las rutas del SITP y determinar su evolución para los diferentes instantes del día.

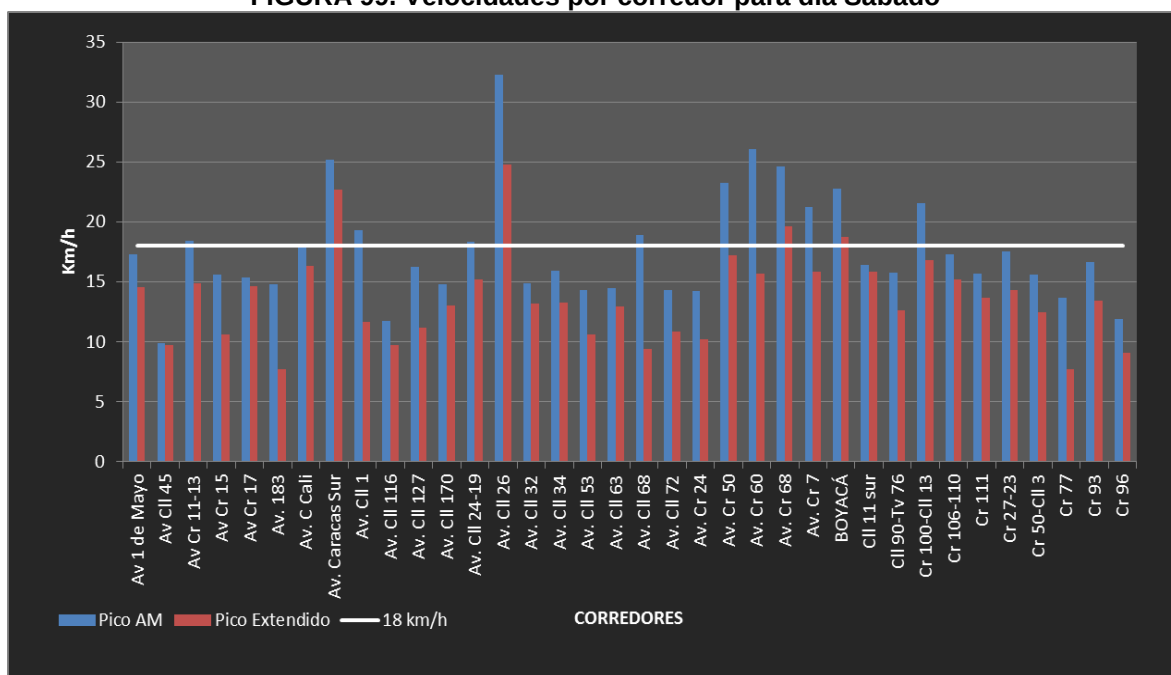
FIGURA 98. Velocidades por Corredores para día Hábil



Fuente: Elaboración Propia.

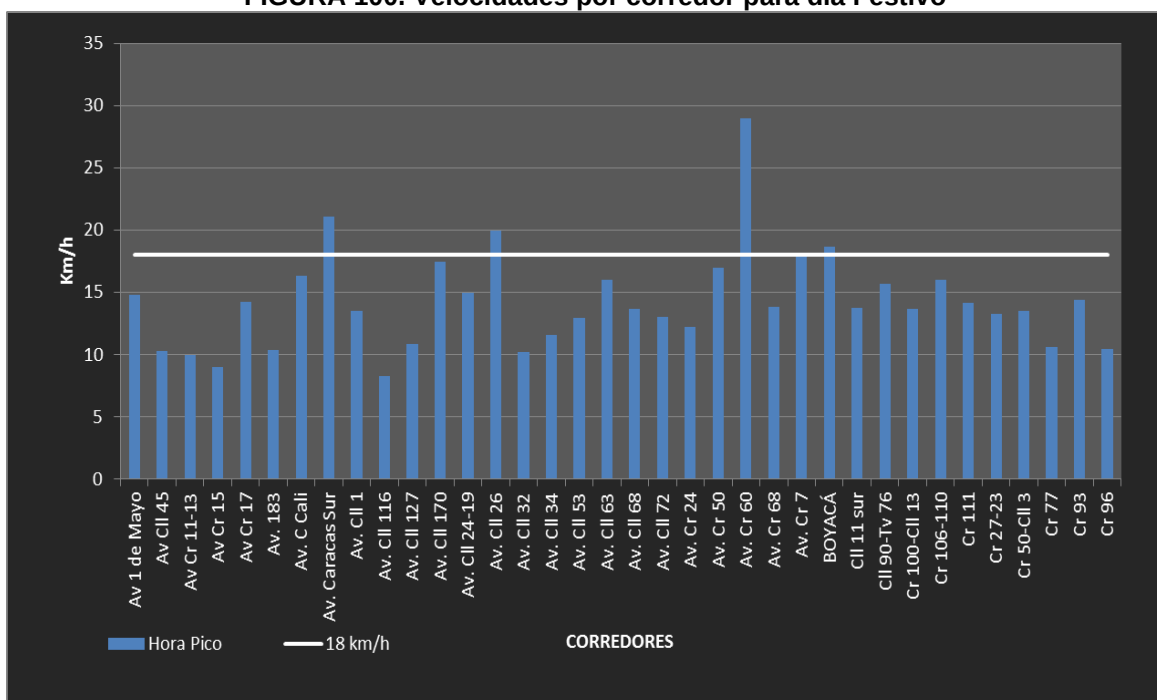
Como se muestra en la figura anterior de velocidades por corredor para el día hábil; tan solo 9 de los 37 corredores analizados superan la barrera de los 18 km/h en algún periodo del día. También se presentan cambios importantes entre periodos como ocurre en la Av Cali, que del periodo valle al pico PM se presenta una diferencia de 6 Km/h; pero también se aprecia que el corredor con las velocidades más bajas de la malla vial a lo largo del día es el de la calle 116.

FIGURA 99. Velocidades por corredor para día Sábado



Fuente: Elaboración Propia.

FIGURA 100. Velocidades por corredor para día Festivo



Fuente: Elaboración Propia.

Es conveniente hacer un análisis de la malla vial de manera anual, para determinar la evolución de las velocidades medias de operación de las rutas del SITP; o cuando se presenten eventos de alto impacto que puedan alterar de manera considerable el comportamiento normal del tránsito en la ciudad; como lo podrían ser cambios en la política de pico y placa, proyectos de infraestructura de gran envergadura como por ejemplo el metro de Bogotá, entre otros.

El estado de la infraestructura vial afecta directamente en la velocidad de operación del **SITP** y teniendo en cuenta las cifras presentadas en el informe de calidad de vida del 2013 extraída de Bogotá como vamos¹³ presenta que el 55% de la malla vial de Bogotá es local, el 24% arterial y un 21% intermedia. Podemos concluir que las rutas del **SITP** se movilizan en mayor medida sobre malla vial arterial y local; pero así mismo el informe establece que el estado de cada una de estas tipologías de malla vial es el siguiente.

TABLA 9. ESTADO DE LA MALLA VIAL POR COMPOSICIÓN, 2013

	Estado	Km-carril	Porcentaje
Arterial	Bueno	2.638,48	70,30%
	Regular	650,26	17,33%
	Malo	464,34	12,37%
	Total	3.753,08	
Intermedia	Bueno	1.711,85	54,34%
	Regular	404,85	12,85%
	Malo	633,67	32,81%
	Total	2.750,37	
Local	Bueno	1.763,03	20,75%
	Regular	2.013,27	23,70%
	Malo	4.719,94	55,55%
	Total	8.496,24	

Fuente: Informe Calidad de vida, Bogotá como vamos

Podemos determinar que debido a que el 55% de la malla vial local se encuentra en mal estado, junto a un 12% de la malla vial arterial; las velocidades se ven afectadas negativamente por el estado de la infraestructura vial.

El proceso de chatarrización es otro factor que incide en la eficiencia y calidad del servicio; y teniendo en cuenta que tras el primer año de ejecución del **SITP** se chatarrizaron 2417 vehículos de servicio público colectivo, dejando un faltante de

¹³ Tomado de: Informe de calidad de vida de Bogotá de 2013; Bogotá como vamos.

5233; pero este proceso ha enfrentado demoras a causa de que los operadores no han adquirido los vehículos para chatarrizar y la Secretaria Distrital de Movilidad tampoco ha suspendido tarjetas de operación de estos vehículos impidiendo que entren al proceso. Sumado a esto se tiene que 2 de los 9 operadores del **SITP** (Coobus y Egobus) enfrentan problemas financieros impidiendo que el proceso avance.

Teniendo en cuenta lo anterior es impórtate adherir a la problemática el retraso en la implementación como se muestra en la siguiente tabla.

TABLA 10. ESTADO DEL PROYECTO A 31 DE DIC DE 2014

EMPRESA	RUTAS	TOTALES	% DE IMPLEMENTACIÓN DE RUTAS	BUSES	REFERENTE CON TRONCAL FASE III Y ALIMENTACION FASE II A QUIENES HAN INGRESADO E HIBRIDOS	% DE IMPLEMENTACIÓN DE BUSES
GMOVIL	46	53	87%	791	909	87%
ESTE ES MI BUS	42	46	91%	547	712	77%
TRANZIT	32	44	73%	553	726	76%
MASIVO CAPITAL	64	82	78%	1.139	1.494	76%
CONSORCIO EXPRESS	100	152	66%	1.826	2.500	73%
ETIB	54	66	82%	918	1.276	72%
SUMA	27	46	59%	485	708	69%
COOBUS	10	58	17%	0	911	0%
EGOBUS	5	106	5%	0	1.769	0%
	380	653	58%	6.259	11.005	57%

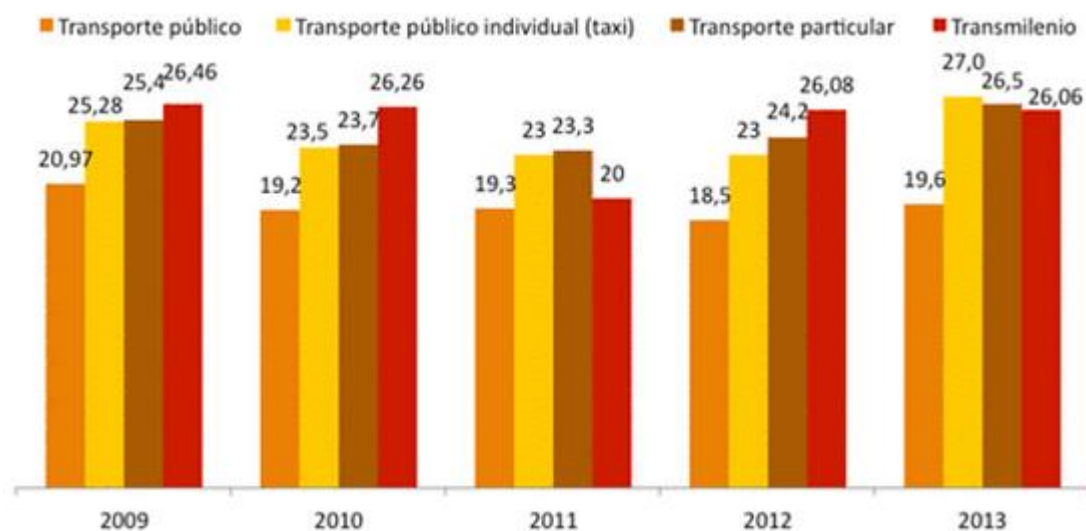
Fuente: Gmóvil SAS

De la tabla anterior podemos observar el porcentaje de implementación por operador, resaltando que Coobus y Egobus presentan al 31 de Diciembre de 2014 cero (0) buses en operación con respecto al contrato licitatorio representando para la ciudad un vacío en la cobertura del servicio de 164 rutas que equivalen al 25% del total del sistema.

Para terminar es importante resaltar que el distrito por medio del informe de calidad de vida de 2013 menciona que “el transporte público obtuvo un incremento de 1,1 kilómetros por hora y alcanzó 19,6 KM/H, su nivel más alto en 4 años”¹⁴ descrito en la siguiente figura.

¹⁴ Tomado de: Informe de calidad de vida de Bogotá de 2013; Bogotá como vamos.

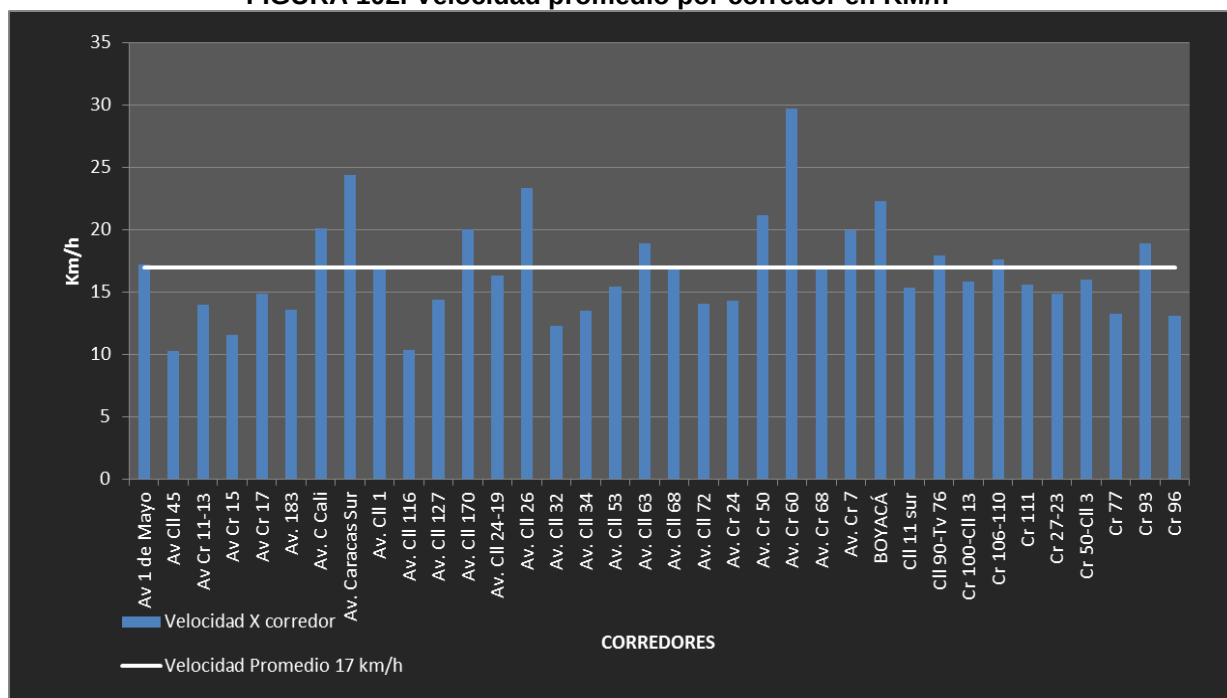
FIGURA 101. Velocidad promedio de los modos de transporte motorizado en KM/h



Fuente: Informe Calidad de vida, Bogotá como vamos

Pero por otra parte los resultados de este estudio (*análisis y diagnóstico de movilidad de las rutas del sitp en los principales corredores viales de la ciudad de Bogotá*) determinan que para el 2014 se presenta una reducción de 2,51 kilómetros por hora con respecto a las cifras del informe de Bogotá como vamos del año 2013, presentado en la siguiente figura y tabla.

FIGURA 102. Velocidad promedio por corredor en KM/h



Fuente: elaboración propia

TABLA 11. Velocidades por corredor

CORREDOR	Total
Av 1 de Mayo	17,2
Av Cll 45	10,3
Av Cr 11-13	14,0
Av Cr 15	11,5
Av Cr 17	14,8
Av. 183	13,6
Av. C Cali	20,1
Av. Caracas Sur	24,4
Av. Cll 1	17,0
Av. Cll 116	10,4
Av. Cll 127	14,4
Av. Cll 170	20,0
Av. Cll 24-19	16,3
Av. Cll 26	23,3
Av. Cll 32	12,3
Av. Cll 34	13,5
Av. Cll 53	15,4
Av. Cll 63	18,9
Av. Cll 68	17,0
Av. Cll 72	14,1
Av. Cr 24	14,3
Av. Cr 50	21,2
Av. Cr 60	29,7
Av. Cr 68	16,8
Av. Cr 7	19,9
BOYACÁ	22,3
Cll 11 sur	15,4
Cll 90-Tv 76	17,9
Cr 100-Cll 13	15,8
Cr 106-110	17,6
Cr 111	15,6
Cr 27-23	14,9
Cr 50-Cll 3	16,0
Cr 77	13,3
Cr 93	18,9
Cr 96	13,1
Promedio general	17,1

Como se menciona a lo largo de este estudio, para la movilidad de las rutas del **SITP** intervienen distintos factores que se comportan de manera dinámica y se relacionan entre si haciendo mucho más difícil la planeación de políticas que

permitan mejorar definitivamente la situación actual de la ciudad; pero para eso es necesaria la participación conjunta entre el distrito, el sector privado y la academia que generen iniciativas como esta, con espacios de socialización con la ciudadanía que en últimas son los directamente beneficiados.

RECOMENDACIONES

Es recomendable tener claro los tramos de estudio para poder hacer una caracterización más detallada de las velocidades delimitando desde el principio el inicio y fin de tramo que presente condiciones de movilidad uniformes a lo largo del mismo.

Al momento de hacer el reconocimiento de las causas que intervienen en la reducción de la velocidad, se recomienda hacer el trabajo de campo a las horas que el estudio arrojó como críticas.

Es importante tener en cuenta que se pueden presentar problemas con la plataforma FMS (SAE) ya que en ocasiones arroja algunos datos de la hora de llegas y salida con un “*” y es necesario quitarlo para que la formulación no presente errores de cálculo en los tiempo y las velocidades.

BIBLIOGRAFÍA

CAL. Rafael, CÁRDENAS. James; Manual de Planeación y diseño para la Administración del tránsito y el transporte en Santa Fe de Bogotá. 1998 BOGOTÁ D.C, 484 Pag.

Secretaria de Desarrollo Social. Programa de Asistencia Técnica en Transporte urbano; EL ESPECTADOR. 30 de Octubre de 2009

Información General SITP (Disponible en línea) 09/07/2012; [revisado: 27 nov 2014] <http://www.sitp.gov.co>

PNDH. Veeduría Distrital Programa Nacional de Desarrollo Humano, Departamento Nacional de Planeación de las Naciones Unidas para el Desarrollo. Como avanza el Distrito en Movilidad. Septiembre 2006 Colombia.

YEPES Tito. Integración de los sistemas de transporte Urbano en Colombia BOGOTÁ D.C 2013. 107 Pag.

ESCOBAR Flor. Capacidad y Niveles de servicio de la Infraestructura Vial. Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia. TUNJA 2007

BOGOTÁ COMO VAMOS. Informe de calidad de vida de 2013. BOGOTÁ D.C 2013, El Tiempo casa editorial 34 Pag.