



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA



UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA

Escuela Técnica Superior de Ingeniería de Caminos,
Canales y Puertos

Estudio de acondicionamiento del anillo ciclista de Valencia
y su entorno para la mejora de la operación y seguridad
vial de la micromovilidad (Valencia).

Trabajo Fin de Grado

Grado en Ingeniería Civil

AUTOR/A: Gallardo Peris, Sara

Tutor/a: Pérez Zuriaga, Ana María

Cotutor/a: Llopis Castelló, David

CURSO ACADÉMICO: 2021/2022



Índice

1	INTRODUCCIÓN	8
2	MICROMOVILIDAD	9
3	LA INFRAESTRUCTURA CICLISTA	10
4	AGENCIA MUNICIPAL DE LA BICICLETA DE VALÈNCIA	13
5	ANILLO CICLISTA DE VALENCIA	15
6	TOMA DE DATOS	17
7	REDUCCIÓN DE DATOS	20
8	ANÁLISIS DE LA OPERACIÓN DEL ANILLO CICLISTA	22
8.1	TIPOLOGÍA DE USUARIO	22
8.1.1	<i>Según el sexo</i>	22
8.1.2	<i>Tipo de vehículo</i>	24
8.2	VELOCIDAD	25
8.2.1	<i>Por ubicación</i>	27
8.2.2	<i>Por tipología</i>	43
8.3	CUMPLIMIENTO DE LA NORMATIVA	58
8.3.1	<i>Calle Colón</i>	58
8.3.2	<i>Calle Guillem de Castro</i>	58
8.3.3	<i>Plaza del Temple</i>	59
8.4	INTENSIDAD	60
8.4.1	<i>Calle Colón</i>	60
8.4.2	<i>Calle Guillem de Castro</i>	60
8.4.3	<i>Plaza del Temple</i>	60
8.5	CAPACIDAD	71
8.5.1	<i>Calle Colón</i>	72
8.5.2	<i>Calle Guillem de Castro</i>	72
8.5.3	<i>Plaza del Temple</i>	73
8.6	INTERVALO Y ESPACIAMIENTO	74
8.6.1	<i>Calle Colón</i>	74
8.6.2	<i>Guillem de Castro</i>	76
8.6.3	<i>Plaza del Temple</i>	77
8.7	CONCLUSIONES	78
9	INTERACCIÓN ENTRE USUARIOS	79
9.1	INTERACCIÓN VMP - PEATONES	79
9.1.1	<i>Calle Colón</i>	79
9.1.2	<i>Calle Guillem de Castro</i>	82
9.1.3	<i>Plaza del Temple</i>	84
9.2	INTERACCIÓN VMP – VEHÍCULO MOTORIZADO	85
9.2.1	<i>Calle Colón</i>	85
9.2.2	<i>Calle Guillem de Castro</i>	88
9.2.3	<i>Plaza del Temple</i>	90
10	PROPUESTAS DE MEJORA	91
11	CONCLUSIÓN	101
12	BIBLIOGRAFÍA	103

ANEJO I: PLANOS

ANEJO II: FICHAS DE CONFLICTOS DE TRÁFICO

Índice de Figuras

FIGURA 1. TIPOLOGÍAS DE VÍAS CICLISTA: ACERA-BICI. FUENTE: DOCUMENTO PROYECTAR VÍAS CICLISTAS. (CARRERA ET AL. 2013)	10
FIGURA 2. TIPOLOGÍAS DE VÍAS CICLISTAS: CARRIL-BICI. FUENTE: DOCUMENTO PROYECTAR VÍAS CICLISTAS. (CARRERA ET AL. 2013)	11
FIGURA 3. TIPOLOGÍAS DE VÍAS CICLISTAS: CARRIL-BICI PROTEGIDO. FUENTE: DOCUMENTO PROYECTAR VÍAS CICLISTAS (CARRERA ET AL. 2013)	11
FIGURA 4. TIPOLOGÍAS DE VÍAS CICLISTAS: CICLOCALLE. (FUENTE: VALENCIAENBICI.ORG).....	12
FIGURA 5. FORMA ADECUADA DE ESTACIONAR LA BICICLETA. (FUENTE: VLC AMBICI).....	14
FIGURA 6. ANILLO CICLISTA. (FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA).....	15
FIGURA 7. CARRIL BICI SEGREGADO EN LA CALLE COLÓN. (FUENTE: GOOGLE MAPS).....	15
FIGURA 8. CARRIL BICI COMPARTIENDO ESPACIO CON LA ACERA. (FUENTE: GOOGLE MAPS).....	16
FIGURA 9. MAPA DE INTENSIDADES DEL ANILLO CICLISTA. (FUENTE: AGENDABICI.ES).....	16
FIGURA 10. CÁMARA GARM VIRB ELITE UTILIZADA PARA LA TOMA DE DATOS. (FUENTE: BIKEZONA.COM)	17
FIGURA 11. EQUIPO DE MEDICIÓN: TRÍPODE CON CÁMARA Y DISTANCIÓMETROS EN CALLE COLÓN. (FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA).....	17
FIGURA 12. LOCALIZACIÓN DE LA TOMA DE DATOS DE LA CALLE COLÓN. (FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA).....	18
FIGURA 13. LOCALIZACIÓN DE LA TOMA DE DATOS EN LA CALLE GUILLEM DE CASTRO. (FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA).....	19
FIGURA 14. LOCALIZACIÓN TOMA DE DATOS DE LA PLAZA DEL TEMPLE. (FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA)	19
FIGURA 15. INTERFAZ DE LA EXCEL CONFIGURADA PARA LA REDUCCIÓN DE DATOS. (FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA).....	21
FIGURA 16. PERFIL DEL USUARIO SEGÚN EL SEXO. (FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA).....	22
FIGURA 17. TIPOLOGÍA DE USUARIO: CALLE COLÓN. (FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA).....	23
FIGURA 18. TIPOLOGÍA DE USUARIO: CALLE GUILLEM DE CASTRO. (FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA).	23
FIGURA 19. TIPOLOGÍA DE USUARIO: PLAZA DEL TEMPLE. (FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA).....	24
FIGURA 20. TIPO DE VEHÍCULO. (FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA).....	24
FIGURA 21. DENSIDAD DE VELOCIDAD EN CALLE COLÓN. (FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA).....	27
FIGURA 22. GRÁFICO DE MEDIANAS HOMBRE EN CALLE COLÓN. (FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA).....	29
FIGURA 23. GRÁFICO CAJAS Y BIGOTES EN CALLE COLÓN - HOMBRES. (FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA). 30	
FIGURA 24. GRÁFICO DE MEDIANAS MUJER EN CALLE COLÓN. (FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA).	31
FIGURA 25. GRÁFICO DE CAJA Y BIGOTES EN CALLE COLÓN - MUJERES. (FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA).....	32
FIGURA 26. DENSIDAD DE VELOCIDAD EN CALLE GUILLEM DE CASTRO. (FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA).....	33
FIGURA 27. GRÁFICO DE MEDIANAS PARA HOMBRES EN CALLE GUILLEM DE CASTRO. (FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA).....	34
FIGURA 28. GRÁFICO DE CAJA Y BIGOTES EN CALLE GUILLEM DE CASTRO - HOMBRE. (FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA).....	35
FIGURA 29. GRÁFICO DE MEDIANAS PARA MUJERES EN CALLE GUILLEM DE CASTRO. (FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA).....	36
FIGURA 30. GRÁFICO DE CAJA Y BIGOTES EN CALLE GUILLEM DE CASTRO - MUJERES. (FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA).....	37
FIGURA 31. DENSIDAD DE VELOCIDAD EN LA PLAZA DEL TEMPLE. (FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA).....	38
FIGURA 32. GRÁFICO DE MEDIANAS PARA HOMBRES EN LA PLAZA DEL TEMPLE. (FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA).....	39
FIGURA 33. GRÁFICA CAJAS Y BIGOTES EN PLAZA DEL TEMPLE - HOMBRE. (FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA).....	40
FIGURA 34. GRÁFICO DE MEDIANAS PARA MUJERES EN LA PLAZA DEL TEMPLE. (FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA).....	41

FIGURA 35. GRÁFICA CAJAS Y BIGOTES EN PLAZA DEL TEMPLE - MUJER. (FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA).	42
FIGURA 36. GRÁFICO DE MEDIANAS PARA BICICLETAS HOMBRE SEGÚN CADA UBICACIÓN. (FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA)	44
FIGURA 37. DIAGRAMA DE CAJAS Y BIGOTES DE LAS BICICLETAS PRIVADAS - HOMBRES SEGÚN CADA UBICACIÓN. (FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA).	45
FIGURA 38. GRÁFICO DE MEDIANAS PARA BICICLETAS MUJER SEGÚN CADA UBICACIÓN. (FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA)	46
FIGURA 39. DIAGRAMA DE CAJAS Y BIGOTES DE LAS BICICLETAS PRIVADAS - MUJERES SEGÚN CADA UBICACIÓN. (FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA).	47
FIGURA 40. GRÁFICA DE MEDIANAS PARA PATINETES HOMBRE SEGÚN CADA UBICACIÓN. (FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA)	49
FIGURA 41. DIAGRAMA DE CAJAS Y BIGOTES DE LOS PATINETES - HOMBRES SEGÚN CADA UBICACIÓN. (FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA)	50
FIGURA 42. GRÁFICA DE MEDIANAS PARA PATINETES MUJER SEGÚN CADA UBICACIÓN. (FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA)	52
FIGURA 43. DIAGRAMA DE CAJAS Y BIGOTES PARA PATINETES – MUJER SEGÚN CADA UBICACIÓN. (FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA)	53
FIGURA 44. GRÁFICA DE MEDIANAS PARA VALENBISIS HOMBRE SEGÚN CADA UBICACIÓN. (FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA)	55
FIGURA 45. DIAGRAMA DE CAJAS Y BIGOTES PARA VALENBISI - HOMBRE SEGÚN CADA UBICACIÓN. (FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA)	55
FIGURA 46. GRÁFICA DE MEDIANAS PARA VALENBISIS MUJER SEGÚN CADA UBICACIÓN. (FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA)	56
FIGURA 47. DIAGRAMA DE CAJAS Y BIGOTES PARA LAS VALENBISIS - MUJERES SEGÚN CADA UBICACIÓN. (FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA)	57
FIGURA 48. INCUMPLIMIENTO VELOCIDAD LÍMITE: CALLE COLÓN. (FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA).	58
FIGURA 49. INCUMPLIMIENTO VELOCIDAD LÍMITE: CALLE GUILLEM DE CASTRO (FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA).	59
FIGURA 50. INCUMPLIMIENTO VELOCIDAD LÍMITE: PLAZA DEL TEMPLE (FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA)	59
FIGURA 51. INTENSIDADES TOTALES CADA 5 MINUTOS: CALLE COLÓN. (FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA).	62
FIGURA 52. INTENSIDADES TOTALES CADA 5 MINUTOS: CALLE GUILLEM DE CASTRO. (FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA)	63
FIGURA 53. INTENSIDADES TOTALES CADA 5 MINUTOS: PLAZA DEL TEMPLE. (FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA)	64
FIGURA 54. INTENSIDADES TOTALES CADA 15 MINUTOS: CALLE COLÓN. (FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA).	65
FIGURA 55. INTENSIDADES TOTALES CADA 15 MINUTOS: CALLE GUILLEM DE CASTRO. (FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA)	66
FIGURA 56. INTENSIDADES TOTALES CADA 15 MINUTOS: PLAZA DEL TEMPLE. (FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA)	67
FIGURA 57. INTENSIDADES TOTALES CADA 30 MINUTOS: CALLE COLÓN. (FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA).	68
FIGURA 58. INTENSIDADES TOTALES CADA 30 MINUTOS: CALLE GUILLEM DE CASTRO. (FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA)	69
FIGURA 59. INTENSIDADES TOTALES CADA 30 MINUTOS: PLAZA DEL TEMPLE. (FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA)	70
FIGURA 60. GRÁFICA VELOCIDAD/INTENSIDAD	71
FIGURA 61. GRÁFICA VELOCIDAD/INTENSIDAD EN CALLE COLÓN. (FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA)	72
FIGURA 62. GRÁFICA VELOCIDAD/INTENSIDAD EN CALLE GUILLEM DE CASTRO. (FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA)	72
FIGURA 63. GRÁFICA INTENSIDAD/VELOCIDAD EN LA PLAZA DEL TEMPLE. (FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA).	73
FIGURA 64. GRÁFICA PERCENTIL - INTERVALO EN CALLE COLÓN. (FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA).	74
FIGURA 65. GRÁFICA PERCENTIL - ESPACIAMIENTO EN CALLE COLÓN. (FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA)	75

FIGURA 66. GRÁFICA PERCENTIL – INTERVALO EN CALLE GUILLEM DE CASTRO. (FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA).....	76
FIGURA 67. GRÁFICA PERCENTIL – ESPACIAMIENTO EN CALLE GUILLEM DE CASTRO. (FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA).....	76
FIGURA 68. GRÁFICA PERCENTIL – INTERVALO EN PLAZA DEL TEMPLE. (FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA).	77
FIGURA 69. GRÁFICA PERCENTIL – ESPACIAMIENTO EN PLAZA DEL TEMPLE. (FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA).....	77
FIGURA 70. REPARTIDOR CRUZANDO POR EL CARRIL BICI. (FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA).....	79
FIGURA 71. MOTORISTA ATRAVESANDO EL CARRIL BICI HASTA LLEGAR A LA ACERA. (FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA).....	80
FIGURA 72. USUARIOS VULNERABLES INVADIENDO EL CARRIL BICI. (FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA).....	80
FIGURA 73. EMPLEADA DE LIMPIEZA DE LA VÍA PÚBLICA TRABAJANDO SOBRE EL CARRIL BICI. (FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA).....	81
FIGURA 74. PEATÓN CON BEBÉ CRUZANDO HACIA LA GUARDERÍA INVADIENDO EL CARRIL BICI. (FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA).....	82
FIGURA 75. CONTENEDORES SITUADOS AL LADO DEL CARRIL BICI. (FUENTE: GOOGLE EARTH).	83
FIGURA 76. MOTORISTA INVADIENDO EL CARRIL BICI. (FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA).....	83
FIGURA 77. LIMPIADORA TIRANDO UN CUBO DE AGUA AL CARRIL BICI. (FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA).	83
FIGURA 78. PEATÓN INVADIENDO EL CARRIL BICI. (FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA).	84
FIGURA 79. APARCAMIENTO DE MOTOS EN CALLE COLÓN. (FUENTE: GOOGLE MAPS).	85
FIGURA 80. MOTO INVADIENDO EL CARRIL BICI PARA ESTACIONAR EN EL APARCAMIENTO. (FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA).....	85
FIGURA 81. GIROS A IZQUIERDA. (FUENTE: GOOGLE MAPS).....	86
FIGURA 82. SEMÁFORO DE LA CALLE COLÓN. (FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA).....	86
FIGURA 83. CATÁLOGO OFICIAL DE SEÑALES.	86
FIGURA 84. FURGONETA INVADIENDO EL APARCAMIENTO DE MOTOS. (FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA).	87
FIGURA 85. COCHE INVADIENDO EL CARRIL BICI PARA ENTRAR AL GARAJE. (FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA).....	87
FIGURA 86. LOCALIZACIÓN DE LA GUARDERÍA Y DE LA TOMA DE DATOS EN CALLE GUILLEM DE CASTRO. (FUENTE: GOOGLE EARTH).....	88
FIGURA 87. VEHÍCULO INVADIENDO EL CARRIL BICI Y LA APERTURA DE LA PUERTA DE OTRO VEHÍCULO ESTACIONADO INCORRECTAMENTE. (FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA).....	88
FIGURA 88. APERTURA DE PUERTA DEL VEHÍCULO OCUPADO EL CARRIL BICI. (FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA).....	89
FIGURA 89. SALIDA DEL GARAJE DEL VEHÍCULO SUPONIENDO UN CAMBIO DE TRAYECTORIA DE LOS VMP. (FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA).....	89
FIGURA 90. VEHÍCULO SUPERANDO EL LÍMITE DE VELOCIDAD. (FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA).	90
FIGURA 91. INVENTARIO DE ACCESOS A VIVIENDAS EN EL ANILLO CICLISTA. (FUENTE: GOOGLE EARTH). .	91
FIGURA 92. SEÑAL DE "PELIGRO CICLISTAS".....	92
FIGURA 93. SEÑAL DE ATENCIÓN ENTRADA/SALIDA DE VEHÍCULOS.	92
FIGURA 94. INVENTARIO DE CONTENEDORES EN EL ANILLO CICLISTA DE VALENCIA. (FUENTE: GOOGLE EARTH).	92
FIGURA 95. PROPUESTA DE MEJORA A LO LARGO DE TODO EL ANILLO CICLISTA. (FUENTE: GOOGLE EARTH).	93
FIGURA 96. REORDANAMIENTO DE LOS CONTENEDORES EN GUILLEM DE CASTRO. (FUENTE: GOOGLE EARTH).	93
FIGURA 97. REORDENAMIENTO DE LOS CONTENEDORES EN CALLE GUILLEM DE CASTRO. (FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA).....	94
FIGURA 98. REORDENAMIENTO DE LOS CONTENEDORES EN CALLE GUILLEM DE CASTRO. (FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA).....	94
FIGURA 99. LOCALIZACIÓN CORRECTA DEL GRUPO DE CONTENEDORES. (FUENTE: GOOGLE EARTH).....	95
FIGURA 100. REORDENACIÓN DE CONTENEDORES EN LA CALLE GUILLEM DE CASTRO. (FUENTE: GOOGLE EARTH).	95

FIGURA 101. REORDENACIÓN DE CONTENEDORES EN LA CALLE GUILLEM DE CASTRO. (FUENTE: GOOGLE EARTH).	96
FIGURA 102. INSERCIÓN DE PASO DE PEATONES EN LA PLAZA TETUÁN. (FUENTE: GOOGLE EARTH).	96
FIGURA 103. PROPUESTA DE MEJORA AÑADIENDO VALLAS (FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA).	97
FIGURA 104. PROPUESTA DE MEJORA DE LAS VALLAS EN PLANTA Y EL PASO PEATONAL. (FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA).....	97
FIGURA 105. INVENTARIO DE CARGA Y DESCARGA EN EL ANILLO CICLISTA DE VALENCIA. (FUENTE: GOOGLE EARTH).	98
FIGURA 106. ELIMINACIÓN DE APARCAMIENTOS PARA MOTOS PARA AÑADIR ZONAS DE CARGA Y DESCARGA EN CALLE COLÓN. (FUENTE: GOOGLE EARTH).	98
FIGURA 107. ADICIÓN DE VALLAS EN LAS ZONAS PRÓXIMAS A LOS PUNTOS DE INTERÉS. (FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA).....	99
FIGURA 108. INVENTARIO DE PUNTOS DE INTERÉS EN EL ANILLO CICLISTA DE VALENCIA. (FUENTE: GOOGLE EARTH).	99
FIGURA 109. PROPUESTA DE MEJORA: PINTAR SEÑAL DE VELOCIDAD MÁXIMA 20 KM/H.	99
FIGURA 110. LOCALIZACIÓN DE LA SEÑALIZACIÓN VERTICAL. (FUENTE: GOOGLE EARTH).....	100
FIGURA 111. ESQUEMA DEL CARRIL BICI CON LAS MARCAS DE ESPACIAMIENTO Y LA SEÑALIZACIÓN. (FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA).....	100

Índice de Tablas

TABLA 1. RESUMEN DEL TIPO DE CARRIL BICI SEGÚN LOCALIZACIÓN. (FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA). .	20
TABLA 2. RESUMEN DE VELOCIDAD PROMEDIO, DESVIACIÓN ESTÁNDAR, Y NÚMERO DE CADA USUARIO EN CALLE COLÓN. (FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA).....	25
TABLA 3. RESUMEN DE VELOCIDAD PROMEDIO, DESVIACIÓN ESTÁNDAR Y NÚMERO EN LA CALLE GUILLEM DE CASTRO. (FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA).....	25
TABLA 4. RESUMEN DE VELOCIDAD PROMEDIO, DESVIACIÓN ESTÁNDAR Y NÚMERO EN LA PLAZA DEL TEMPLE. (FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA).	26
TABLA 5. PRUEBA KOLMOGOROV-SMIRNOV PARA LA MUESTRA DE LA CALLE COLÓN. (FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA).....	27
TABLA 6. PRUEBA DE KRUSKAL - WALLIS. (FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA).....	28
TABLA 7. VALORES DEL DIAGRAMA CAJA Y BIGOTES: CALLE COLÓN - HOMBRES. (FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA).	29
TABLA 8. PRUEBA DE KRUSKAL - WALLIS. (FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA).....	31
TABLA 9. VALORES DEL DIAGRAMA DE CAJA Y BIGOTES: CALLE COLÓN - MUJERES. (FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA).	32
TABLA 10. PRUEBA KOLMOGOROV-SMIRNOV PARA LA MUESTRA DE LA CALLE GUILLEM DE CASTRO. (FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA).....	33
TABLA 11. PRUEBA DE KRUSKAL - WALLIS. (FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA).....	34
TABLA 12. VALORES DEL DIAGRAMA DE CAJAS Y BIGOTES: CALLE GUILLEM DE CASTRO - HOMBRES. (FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA).....	35
TABLA 13. PRUEBA DE KRUSKAL – WALLIS EN CALLE GUILLEM DE CASTRO - MUJERES. (FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA).....	36
TABLA 14. VALORES DEL DIAGRAMA DE CAJAS Y BIGOTES: CALLE GUILLEM DE CASTRO - MUJERES. (FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA).....	37
TABLA 15. PRUEBA F PARA LA MUESTRA DE LA PLAZA DEL TEMPLE. (FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA). ...	38
TABLA 16. PRUEBA DE KRUSKAL - WALLIS EN LA PLAZA DEL TEMPLE PARA HOMBRES. (FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA).....	39
TABLA 17. VALORES DEL DIAGRAMA DE CAJAS Y BIGOTES: PLAZA DEL TEMPLE - HOMBRES. (FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA):.....	40
TABLA 18. PRUEBA DE KRUSKAL – WALLIS EN PLAZA DEL TEMPLE - MUJERES. (FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA).....	41
TABLA 19. VALORES DEL DIAGRAMA DE CAJAS Y BIGOTES: PLAZA DEL TEMPLE - MUJERES. (FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA).....	42
TABLA 20. PRUEBA F PARA LA TIPOLOGÍA BICICLETAS. (FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA).....	43



TABLA 21. PRUEBA DE KRUSKAL - WALLIS PARA BICICLETAS HOMBRE SEGÚN CADA UBICACIÓN. (FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA).....	44
TABLA 23. VALORES DEL DIAGRAMA DE CAJAS Y BIGOTES PARA LAS BICICLETAS - HOMBRES SEGÚN CADA UBICACIÓN. (FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA).	45
TABLA 24. PRUEBA DE KRUSKAL - WALLIS PARA BICICLETAS MUJER SEGÚN CADA UBICACIÓN. (FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA).....	46
TABLA 26. VALORES DEL DIAGRAMA DE CAJAS Y BIGOTES PARA LAS BICICLETAS - MUJERES SEGÚN CADA UBICACIÓN. (FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA).	47
TABLA 27. PRUEBA DE KRUSKAL - WALLIS PARA PATINETES HOMBRE SEGÚN CADA UBICACIÓN. (FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA).....	48
TABLA 28. INTERVALOS DE CONFIANZA PARA PATINETES HOMBRE SEGÚN CADA UBICACIÓN. (FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA).....	48
TABLA 29. VALORES DEL DIAGRAMA DE CAJAS Y BIGOTES PARA LAS PATINETES - HOMBRES SEGÚN CADA UBICACIÓN. (FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA).	49
TABLA 30. PRUEBA DE KRUSKAL - WALLIS PARA PATINETES MUJER SEGÚN CADA UBICACIÓN. (FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA).....	51
TABLA 31. INTERVALOS DE CONFIANZA PARA PATINETES MUJER SEGÚN CADA UBICACIÓN. (FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA).....	51
TABLA 32. VALORES DEL DIAGRAMA DE CAJAS Y BIGOTES PARA LOS PATINETES - MUJER SEGÚN CADA UBICACIÓN. (FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA).	52
TABLA 33. PRUEBA DE KRUSKAL - WALLIS PARA VALENBISIS HOMBRE SEGÚN CADA UBICACIÓN. (FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA).....	54
TABLA 34. INTERVALOS DE CONFIANZA PARA VALENBISIS HOMBRE SEGÚN CADA UBICACIÓN. (FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA).....	54
TABLA 35. VALORES DEL DIAGRAMA DE CAJAS Y BIGOTES PARA VALENBISI - HOMBRE SEGÚN CADA UBICACIÓN. (FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA).	55
TABLA 36. PRUEBA DE KRUSKAL - WALLIS PARA VALENBISIS MUJER SEGÚN CADA UBICACIÓN. (FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA).....	56
TABLA 35. VALORES DEL DIAGRAMA DE CAJAS Y BIGOTES PARA LAS VALENBISIS - MUJERES SEGÚN CADA UBICACIÓN. (FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA).	57
TABLA 39. RESUMEN DEL FORMADO ESCOGIDO EN LAS GRÁFICAS DE INTERVALOS Y DISTANCIA. (FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA).....	74

1 INTRODUCCIÓN

La contaminación atmosférica es un problema creciente en los últimos años. Está originada por una serie de factores que aceleran el cambio climático, como las emisiones de gases de efecto invernadero que son producidos por los vehículos impulsados por combustibles fósiles (el carbón o el petróleo). Esto genera una disminución de la calidad del aire lo que produce un impacto directo sobre la vida de los seres humanos.

Según Greenpeace (*Movilidad | Greenpeace España - ES | Greenpeace España, s. f.*), un modelo basado en el vehículo privado genera grandes impactos en la salud pública, la siniestralidad vial, las emisiones de efecto invernadero y la ocupación del espacio público. En España fallecen 38.600 personas de forma prematura por la contaminación atmosférica y más del 30% de las emisiones de CO₂ proceden del sector del transporte.

Para poder combatir con la contaminación debida al transporte en los últimos años han aparecido diversos métodos de transporte alternativos. Principalmente, el uso del transporte público es un factor muy importante para poder reducir las emisiones ya que los usuarios dejarían de utilizar el vehículo propio para realizar sus desplazamientos habituales. También, se encuentra el uso de los coches eléctricos, que se espera que tenga una escala creciente y que se pueda dotar todas las gasolineras de puntos de cargas que promuevan la compra de este tipo de vehículo. Por último, el uso de los vehículos de movilidad personal (VMP) son grandes aliados para poder desplazarse por los carriles bici de las ciudades y no generar gases de efecto invernadero.

Según el Real Decreto 970/2020 de 10 de Noviembre, por el que se modifican el Reglamento General de Circulación, aprobado por el Real Decreto 1428/2003, de 21 de noviembre y el Reglamento General de Vehículos, aprobado por Real Decreto 2822/1998, de 23 de diciembre, en materia de medidas urbanas de tráfico, el término Vehículo de Movilidad Personal (VMP) hace referencia a un vehículo de una o más ruedas dotado de una única plaza y propulsado exclusivamente por motores eléctricos que puedan proporcionar al vehículo una velocidad máxima por diseño comprendida entre 6 y 25 km/h. No obstante, para el presente Trabajo de Final de Grado, se va a incluir en la definición de VMP las bicicletas con el fin de simplificar su redacción.

Este trabajo se desarrolla dentro del marco del proyecto de investigación “esMicomobility: Evaluación de la Seguridad Vial de micromovilidad con referencia PID2019-111744RB-I00, financiado por la Agencia Estatal de Investigación – Ministerio de Ciencia e Innovación, en el que participa el Grupo de Investigación de Ingeniería de Carreteras (GIIC) del Instituto de Transporte y Territorio (ITT) de la UPV.

Hoy en día, cobra especial importancia los VMP como las bicicletas, patinetes eléctricos, monociclos eléctricos, segway y hoverboar. El impulso de este tipo de movilidad se traduce en una gran demanda de los carriles bici por los cuales antes solo circulaban bicicletas y ahora tienen que soportan la intensidad de todos los VMP.

Tras la pandemia global del Covid-19, se prioriza el distanciamiento social para poder garantizar unas condiciones de seguridad. En horas de elevada demanda de transporte público, hay veces que resulta complicado poder cumplir el distanciamiento social, por eso hay usuarios que han priorizado estas cuestiones y optan por utilizar los VMP.

La ciudad de Valencia cuenta con una amplia infraestructura de carriles bici que permite circular por un gran número de calles y realizar viajes en unas condiciones de seguridad, comodidad y confort. El Anillo Ciclista de Valencia rodea los puntos de interés de la ciudad y consigue impulsar el uso de esta movilidad por parte del turismo. Además, conecta todos los carriles bici construidos anteriormente.

El presente Trabajo Final de Grado tiene como principal objetivo reordenar el entorno del Anillo Ciclista para mejorar la operación y seguridad vial de la micromovilidad para evitar posibles conflictos de tráfico y facilitar la operación de los usuarios.

2 MICROMOVILIDAD

La movilidad urbana está cambiando de forma significativa en las ciudades. Hace unos años apareció un tipo de movilidad en el que el principal protagonista era un tipo de vehículo ligero que permitía al usuario realizar viajes desde su zona residencial hacia su trabajo. Actualmente, a este tipo de movilidad se le conoce como micromovilidad, el cual ha cobrado especial importancia en los últimos años.

La ciudad de Valencia presenta varios factores que impulsan la micromovilidad. En primer lugar, la orografía plana que presenta es un gran aliado a la hora de recorrer los carriles bici. También, el clima mediterráneo impulsa a los usuarios a moverse con un medio de transporte ecológico, sostenible y económico como son los VMP.

En nuestro modo de vida actual, las ciudades están constituidas como focos de continua atracción y generación de viajes. Se sabe que la movilidad está relacionada con la accidentabilidad, por tanto, una movilidad sostenible debe ser también una movilidad segura. Para ello, la Dirección General de Tráfico (DGT) ha propuesto un área estratégica que comprende un conjunto de actuaciones para lograr que las ciudades sean seguras (*DGT - Seguridad Vial 2030*, s. f.).

Entre las líneas de actuación se encuentra la mejora del diseño de vías segregadas para los usuarios de los VMP siguiendo una base experimental con la que poder mejorar las futuras infraestructuras. Además, se busca adaptar la normativa a la nueva realidad de la movilidad urbana ya que es fundamental disponer de un marco jurídico que se adapte a la constante aparición de novedades de la micromovilidad.

Los carriles bici sufren muchos fallos de diseño geométrico, ya que muchos de ellos presentan curvas con radios de giro reducidos que obligan al usuario a invadir el carril contrario. Asimismo, el entorno del carril bici tiene un papel fundamental a la hora de poder evitar posibles conflictos por la presencia de obstáculos o los accesos a propiedades colindantes que irrumpen en el carril bici. Por último, los pavimentos necesitan tener una adecuada adherencia, sobre todo para los nuevos vehículos como los patinetes que tienen ruedas de un radio mucho menor y de características diferentes que el de una bicicleta (Montoro Luis, 2022).

Para poder dotar a Valencia de unos carriles bici en unas buenas condiciones es fundamental la investigación para adaptar nuestra ciudad a la nueva demanda de movilidad de forma segura.

3 LA INFRAESTRUCTURA CICLISTA

El carril bici es una infraestructura viaria de carácter público, diseñada y construida con la finalidad de canalizar la circulación de bicicletas, patinetes y demás Vehículos de Movilidad Personal. Además, existen diferentes tipologías de carril bici en uno o en doble sentido.

Las diferentes tipologías de infraestructura ciclistas urbanas se pueden clasificar según la posición del carril bici en la calzada (Feliz Ferreira, 2021):

- Sobre acera
- Sobre calzada
- Ciclocalle

Sobre acera

Se trata de una tipología de vía que ocupa espacio de la acera (Figura 1). Por tanto, conviven dos tipos de tráfico en una misma infraestructura: el tráfico peatonal y el tráfico propio del carril. Éste se diferencia de la acera por las marcas, el color o la tipología de pavimento. Además, puede ser unidireccional o bidireccional. Según la separación con otras vías, puede ser con bordillo, sin bordillo, o con bordillo vegetal.

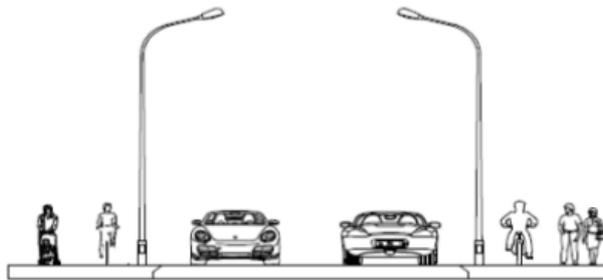


Figura 1. Tipologías de vías ciclista: Acera-bici. Fuente: Documento *Proyectar Vías Ciclistas*. (Carrera et al. 2013)

En cuanto a las ventajas, la implantación de este tipo de vías resulta sencillo y barato ya que aprovechan el espacio de la acera existente y se delimita con marcas viales. Además, resultan especialmente atractivas para usuarios con escasa experiencia, pues los usuarios no circulan a velocidades demasiado elevadas.

El gran inconveniente de la acera-bici es la conflictividad potencial de los usuarios de VMP y los peatones que circulan por la acera. También, resulta especialmente incómodo para los usuarios vulnerables como ancianos y niños. Por último, este tipo de vía puede generar una cultura equivocada en la que se asocia bicicleta y peatón.

Sobre calzada

Es una tipología de vía que ocupa parte de la calzada como espacio reservado para la circulación de VMP, pudiendo ser unidireccional o bidireccional. Se puede distinguir entre dos tipologías: carril-bici (Figura 2) y carril-bici protegido (Figura 3).

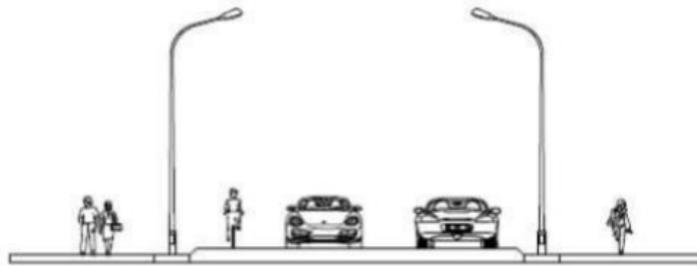


Figura 2. Tipologías de vías ciclistas: carril-bici. Fuente: Documento Proyectar Vías Ciclistas. (Carrera et al. 2013)

El carril-bici convencional está delimitado con marcas viales sobre la calzada y la circulación se realiza exclusivamente en la dirección del tráfico adyacente. El carril bici protegido está separado de la calzada mediante elementos físicos como bolardos o elevaciones, lo que trasfiere a los usuarios una mayor seguridad. Además, la circulación se puede dar en ambos sentidos de circulación.

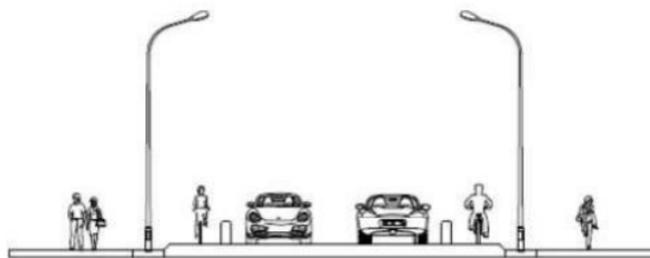


Figura 3. Tipologías de vías ciclistas: carril-bici protegido. Fuente: Documento Proyectar Vías Ciclistas (Carrera et al. 2013)

Entre las ventajas del carril bici se encuentra la fácil implantación debido a que se puede adaptar a vías de escasa sección. El mantenimiento es sencillo, siendo en el caso de los no segregados simultáneo a la calzada. Sin embargo, la característica principal de este tipo de carriles es la seguridad que aportan al usuario por el hecho de estar separados como es el caso del carril bici protegido.

En cuanto a los inconvenientes, destacar la exposición de los usuarios a las emisiones contaminantes, térmicas y acústicas por la proximidad al tráfico motorizado, lo que puede afectar a la salud de los usuarios a largo plazo.

Ciclocalle

Se define como una infraestructura en la que conviven el tráfico motorizado y el tráfico de VMP (Figura 4). La velocidad máxima que puede alcanzar el tráfico motorizado es de 30 km/h y cuando un vehículo motor se encuentre detrás de una bicicleta, deberá adecuar su velocidad en consecuencia. Este tipo de infraestructura suele ser unidireccional.



Figura 4. Tipologías de vías ciclistas: ciclocalle. (Fuente: valenciaenbici.org).

4 AGENCIA MUNICIPAL DE LA BICICLETA DE VALÈNCIA

La Agencia Municipal de la Bicicleta de València, conocida como VLC AMBICI, es el ente público del Ayuntamiento de Valencia que tiene como objetivo el impulso del uso de la bicicleta de forma segura y adecuada (*La Agencia Informa | Agencia Municipal de La Bicicleta, s. f.*).

Entre sus objetivos se encuentran:

- Satisfacer las necesidades y requerimientos de los ciclistas en Valencia.
- Aumentar la seguridad y el confort de los ciclistas.
- Fomentar que la bicicleta juegue un papel importante en la movilidad diaria, convirtiéndose en una alternativa real al transporte urbano y normalizando su uso.
- Potenciar la intermodalidad entre la bicicleta y el resto de los transportes.
- Incluir e integrar los espacios para la bicicleta en las futuras actuaciones urbanísticas para el desarrollo de la ciudad.

Además de promover el uso de la bicicleta en la ciudad de Valencia, también trata de hacer recomendaciones a los usuarios del carril bici para cuando no se den las mejores condiciones meteorológicas para utilizarlo.

Los usuarios habituales de la bicicleta dejan de hacer uso de esta cuando se acerca la temporada de lluvias, pero hay otros que tienen que seguir utilizándolo porque es su mejor opción de medio de transporte para llegar a su destino. Por ese motivo, desde VLC AMBICI, se dan unas recomendaciones para poder seguir utilizando la bici.

Antes de comenzar con el itinerario para llegar al destino, se recomienda planificar la ruta para poder evitar con antelación los caminos que tengan arenas, tierra o zonas resbaladizas. Una vez planificado, se debe tener en cuenta que el estado de nuestro vehículo es el adecuado, es decir, se aconseja la revisión de ruedas, frenos, pedales y cadenas.

El vestuario es un factor muy importante para mejorar la experiencia. Se debe utilizar ropa impermeable, tanto en el cuerpo como en el pantalón para evitar que cale el agua y posibles resfriados posteriores. También la utilización de guantes es fundamental para proteger las manos y sostener el manillar de la bicicleta. Y siempre, utilizar casco para protegernos la cabeza de cualquier impacto.

En caso de que se fuera a conducir de noche, es muy recomendable utilizar un chaleco reflectante para que el usuario sea más visible por los demás.

Durante la conducción, se aconseja reducir la velocidad y frenar con antelación ante las zonas de parada u obstáculos evitando así posibles caídas. De igual modo, se debe tener especial cuidado al circular por encima de pintura o alcantarillas.

La distancia de seguridad es un punto fundamental cuando se trata de circular de forma segura, ya sea en carriles bici como en el tráfico motorizado. Si se circula por la calzada, se recomienda hacerlo por el centro del carril manteniendo una distancia de seguridad lateral de 1,5 metros para evitar así salpicaduras o movimientos del vehículo y una distancia frontal de 5 metros.

Asimismo, mientras se circula es necesario tener en cuenta la apertura de puertas de los vehículos estacionados en el carril adyacente ya que podrían ocasionar accidentes graves.

Por último, en caso de que la lluvia fuera muy intensa se recomienda parar y esperar a que reduzca la cantidad de lluvia y poder reanudar la marcha.

En cuanto al estacionamiento de la bicicleta, VLC AMBI aconseja guardar la bicicleta en un lugar accesible, como puede ser la calle, para utilizarla más de continuo. Para tener más seguridad, se debe atar el cuadro y las ruedas de la bicicleta al aparcabici con, al menos, un candado de elevado nivel de seguridad. En cuanto a los elementos fáciles de quitar, como el sillín o las luces, se aconseja no dejarlos expuestos en la calle. Además, se adjunta un plano que representa mediante un triángulo verde donde están situados los aparcabici en toda el área metropolitana.



Figura 5. Forma adecuada de estacionar la bicicleta. (Fuente: VLC AMBICI).

5 ANILLO CICLISTA DE VALENCIA

El anillo ciclista de Valencia es una infraestructura de carril bici que permite rodear diferentes puntos de interés de la ciudad como la calle Colón, la Estación del Norte y las Torres de Serrano. Su principal objetivo es dotar a los usuarios de VMP de una circulación segura y cómoda.

Las calles por las que pasa el Anillo Ciclista son: Calle Colón, Calle Xàtiva, Plaza del San Agustín, Calle Guillem de Castro, la vía derecha del antiguo cauce del río Turia, Plaza Tetúan y la Puerta de la Mar (Figura 6).



Figura 6. Anillo ciclista. (Fuente: Elaboración propia).

Por lo general, el carril bici tiene un ancho de 2,5 metros para garantizar una circulación segura y evitar que quede obsoleto al producirse en él un uso intensivo. Cuenta con una distancia total de 4,5 kilómetros y presenta una dificultad técnica baja, accesible para todo tipo de edades (*Wikiloc | Ruta Anillo Ciclista de Valencia*, s. f.). Además, el carril bici siempre está segregado del tráfico motorizado mediante elementos separadores ya sean de hormigón o mediante señalización pintada en la calzada (Figura 7). A excepción de la Plaza del Temple donde el carril bici comparte lugar con la acera (Figura 8).



Figura 7. Carril bici segregado en la Calle Colón. (Fuente: Google Maps).



Figura 8. Carril bici compartiendo espacio con la acera. (Fuente: Google Maps).

En la Figura 9, se ve representado el Anillo Ciclista de Valencia y están indicadas las intensidades en días laborales durante el año 2019. Como se puede observar el punto con mayor intensidad es el perteneciente a la Estación del Norte.

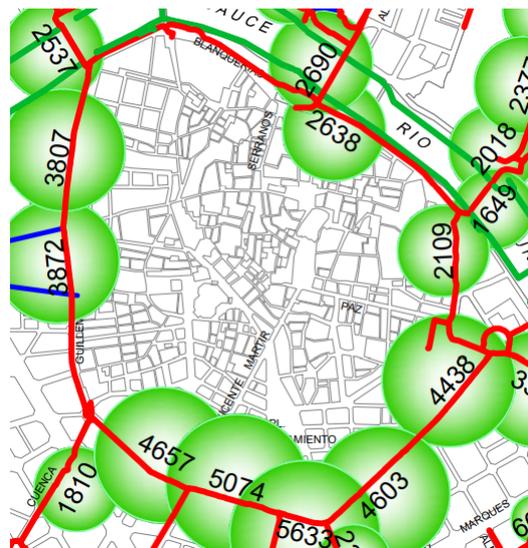


Figura 9. Mapa de intensidades del Anillo Ciclista. (Fuente: agendabici.es).

6 TOMA DE DATOS

El material empleado para la medición de las principales variables como son la velocidad, intensidad y los intervalos para llevar a cabo el estudio de la operación del Anillo Ciclista ha sido proporcionado por el Departamento de Ingeniería e Infraestructura de los Transportes de la Universitat Politècnica de València. Concretamente, se han utilizado dos videocámaras Garm Virb Elite (Figura 10) y dos distanciómetros (Figura 11) separados un metro mediante una barra metálica para poder medir la distancia lateral de los usuarios que circulan por el carril bici y con ello.

También se disponía de un trípode con el cual se daba a la cámara la altura suficiente para poder grabar con claridad el carril bici y poder identificar al usuario.

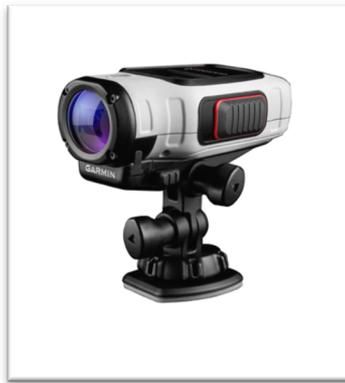


Figura 10. Cámara Garm Virb Elite utilizada para la toma de datos. (Fuente: bikezona.com)



Figura 11. Equipo de medición: trípode con cámara y distanciómetros en Calle Colón. (Fuente: Elaboración propia).

Para localizar los puntos de estudio se ha tenido en cuenta principalmente la proximidad de los pasos de peatones ya que puede influir en la velocidad de los usuarios del carril bici debido a que tendrían que frenar cuando vieran que el semáforo está en rojo o se aproxima un peatón.

Las tres localizaciones tienen características similares. En primer lugar, se ha intentado que en ninguna de las ubicaciones sea visible el equipo de medición para evitar influir en la velocidad de los usuarios del carril bici. En segundo lugar, se ha empezado la toma de datos de manera que se recoja un momento punta y un momento valle. Y, por último, todos los carriles bici son de tipo segregado del tráfico, pero separados mediante elementos distintos.

La primera localización es la Calle Colón, perteneciente al barrio Pla Del Remei del distrito Ensanche (Figura 12). La toma de datos en esta ubicación se desarrolló el día 26 de octubre de 2021 entre las 08:22h y las 11:15h. El carril bici es de tipo segregado donde el tráfico está separado del carril bici a partir de marcas viales. El equipo de medición se colocó entre la farola y el elemento de ventilación para evitar ser vistos por los usuarios y evitar que modificaran su comportamiento habitual.



Figura 12. Localización de la toma de datos de la Calle Colón. (Fuente: Elaboración propia).

El día 10 de noviembre de 2021 se llevó a cabo la toma de datos en Guillem de Castro, desde las 07:45h hasta las 11:05h (Figura 13). En esta localización se encuentra un carril bici segregado del tráfico, pero separado mediante elementos separadores de hormigón prefabricado y por plazas de aparcamiento para motos. De la misma manera, el equipo de medición se colocó de forma que

fuera lo más discreto posible para evitar condicionar la velocidad de los usuarios, esta vez entre una farola y un árbol.



Figura 13. Localización de la toma de datos en la Calle Guillem de Castro. (Fuente: Elaboración propia).

La última localización es en la Plaza del Temple (Figura 14). La toma de datos se desarrolló el día 17 de noviembre de 2021 entre las 07:35h y las 10:46h. En este caso el equipo de medición se dispuso lo más próximo posible al elemento eléctrico para evitar ser visto por los usuarios. Como se puede observar en la **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**, el carril bici está separado del tráfico motorizado mediante elementos separadores de hormigón prefabricado.



Figura 14. Localización toma de datos de la Plaza del Temple. (Fuente: Elaboración propia)

La **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.** presenta un resumen de las características principales de la toma de datos de cada localización.

Tabla 1. Resumen del tipo de carril bici según localización. (Fuente: Elaboración propia).

	Tipo de carril bici	Hora de inicio	Hora de finalización	Usuarios en sentido creciente	Usuarios en sentido decreciente
Calle Colón	Segregado	08:22	11:15	671	530
Calle Guillem de Castro	Segregado	07:45	11:05	537	715
Plaza del Temple	Segregado	07:35	10:46	488	208

7 REDUCCIÓN DE DATOS

Tras la toma de datos en las tres localizaciones, se extrajo de las cámaras los vídeos que se habían grabado para poder sacar toda la información necesaria para poder llevar a cabo el análisis de la operación del Anillo Ciclista de Valencia.

A la hora de reducir los datos, se configuró una tabla Excel, que requería la siguiente información: identificación del vídeo, número de vehículo, tipo de vehículo, sexo, sentido, tiempo uno (minutos y segundos), tiempo dos (minutos y segundos). Por último, se añadió una columna de anotaciones (Figura 15).

Para poder calcular la velocidad de cada usuario durante la toma de datos, se midió en cada localización la separación entre las líneas discontinuas que separa cada sentido del carril bici. Entonces, durante la visualización de los vídeos se anotaba el tiempo que el usuario pasaba por encima de una de las marcas (Tiempo 1) y el tiempo que pasaba por la otra marca (Tiempo 2). Conociendo ambos tiempos y la distancia entre marcas se estima la velocidad.

Este procedimiento se repitió durante todas las visualizaciones de vídeos en las tres localizaciones obteniendo las principales variables microscópicas y macroscópicas del tráfico: (i) la velocidad de cada usuario, (ii) la intensidad en cada localización en intervalos de 5, 15 y 30 minutos y (iii) el intervalo entre dos usuarios consecutivos en el mismo sentido de circulación. Adicionalmente, también se caracterizó cada tipo de usuario.

Video	Número	Tipo de vehículo	Sexo	Sentido	Min	Seg	Min	Seg	Incremento tiempo	Distancia	Velocidad	Anotaciones	Segundos	Tiempo	
13	1	Bici	Mujer	Decreciente	22	22,215	22	22,615	0,4	1,9	17,1		1342,215	0:22:22	
13	2	Bici	Hombre	Decreciente	22	26	22	26,338	0,338	1,9	20,366064		1346	0:22:26	
13	3	Bici	Hombre	Crecente	22	27,884	22	28,29	0,406	1,9	16,8472906		1347,884	0:22:28	
13	4	Bici	Hombre	Decreciente	22	30,472	22	30,761	0,289	1,9	23,6678201		1350,472	0:22:30	
13	5	Patinete	Mujer	Crecente	22	33,233	22	33,634	0,401	1,9	17,0573566		1353,233	0:22:33	
13	6	Patinete	Hombre	Decreciente	22	47,518	22	47,79	0,272	1,9	25,1470588		1367,518	0:22:48	
13	7	Bici	Hombre	Decreciente	22	53,129	22	53,496	0,367	1,9	18,6376022		1373,129	0:22:53	
13	8	Patinete	Mujer	Crecente	22	58,873	22	59,207	0,334	1,9	20,4790419		1378,873	0:22:59	
13	9	Bici	Mujer	Crecente	23	2,091	23	2,499	0,408	1,9	16,7647059		1382,091	0:23:02	
13	10	Bici	Hombre	Crecente	23	3,816	23	4,161	0,345	1,9	19,826087		1383,816	0:23:04	
13	11	Patinete	Hombre	Crecente	23	32,977	23	33,316	0,339	1,9	20,3769912		1412,977	0:23:33	
14	13	12	Valenbisi	Mujer	Crecente	23	37,584	23	38,087	0,503	1,9	13,5984095		1417,584	0:23:38
13	13	Bici	Mujer	Crecente	23	41,26	23	41,801	0,541	1,9	12,6432532		1421,26	0:23:41	
13	14	Bici	Mujer	Crecente	23	58,227	23	58,586	0,359	1,9	19,0529248		1438,227	0:23:58	
13	15	Patinete	Hombre	Decreciente	24	4,443	24	4,666	0,223	1,9	30,8726457		1444,443	0:24:04	
14	14	1	Bici	Hombre	Decreciente	0	7,702	0	8,203	0,501	1,9	13,6526946		1452,702	0:24:13
14	14	2	Bici	Hombre	Decreciente	0	28,705	0	29,006	0,301	1,9	22,7242525		1473,705	0:24:34
14	14	3	Bici	Hombre	Decreciente	0	44,79	0	45,157	0,367	1,9	18,6376022		1489,79	0:24:50
21	14	4	Bici	Hombre	Decreciente	1	9,282	1	9,883	0,601	1,9	17,0573566		1514,282	0:25:14
22	14	5	Bici	Mujer	Crecente	1	57,179	1	57,551	0,372	1,9	18,3870968		1562,179	0:26:02
23	14	6	Patinete	Mujer	Crecente	2	6,993	2	7,374	0,381	1,9	17,9527559		1571,993	0:26:12
24	14	7	Patinete	Mujer	Crecente	2	7,541	2	7,941	0,4	1,9	17,1		1572,541	0:26:13
25	14	8	Bici	Hombre	Decreciente	2	14,087	2	14,454	0,367	1,9	18,6376022		1579,087	0:26:19
26	14	9	Valenbisi	Mujer	Decreciente	2	14,837	2	15,319	0,482	1,9	14,1908714		1579,837	0:26:20
27	14	10	Patinete	Hombre	Crecente	2	17,317	2	17,611	0,294	1,9	23,2653061		1582,317	0:26:22
28	14	11	Patinete	Mujer	Crecente	2	20,997	2	21,431	0,434	1,9	15,7603687		1585,997	0:26:26
29	14	12	Bici	Hombre	Decreciente	2	32,708	2	33,038	0,33	1,9	20,732727		1597,708	0:26:38
30	14	13	Valenbisi	Hombre	Decreciente	2	34,667	2	35,034	0,367	1,9	18,6376022		1599,667	0:26:40
31	14	14	Bici	Mujer	Decreciente	2	37,309	2	37,777	0,468	1,9	14,6153846		1602,309	0:26:42
32	14	15	Patinete	Hombre	Decreciente	2	40,594	2	40,961	0,367	1,9	18,6376022		1605,594	0:26:46
33	14	16	Bici	Hombre	Decreciente	2	47,64	2	47,967	0,327	1,9	20,9174312		1612,64	0:26:53
34	14	17	Bici	Hombre	Decreciente	2	48,75	2	49,15	0,4	1,9	17,1		1613,75	0:26:54
35	14	18	Patinete	Hombre	Decreciente	2	49,65	2	50,084	0,434	1,9	15,7603687		1614,65	0:26:55
36	14	19	Patinete	Hombre	Decreciente	2	50,585	2	50,952	0,367	1,9	18,6376022		1615,585	0:26:56
37	14	20	Bici	Hombre	Decreciente	2	51,586	2	51,953	0,367	1,9	18,6376022		1616,586	0:26:57
38	14	21	Bici	Hombre	Crecente	2	57,083	2	57,502	0,419	1,9	16,345828		1622,083	0:27:02
39	14	22	Patinete	Hombre	Crecente	3	3,823	3	4,255	0,432	1,9	15,8333333		1628,823	0:27:09
40	14	23	Valenbisi	Hombre	Crecente	3	4,527	3	5,127	0,6	1,9	11,4		1629,527	0:27:10
41	14	24	Patinete	Mujer	Crecente	3	5,957	3	6,448	0,491	1,9	13,307936		1630,957	0:27:11
42	14	25	Bici	Mujer	Crecente	3	15,65	3	16,138	0,468	1,9	14,6153846		1640,65	0:27:21
43	14	26	Patinete	Mujer	Decreciente	3	17,989	3	17,923	0,334	1,9	20,4790419		1642,989	0:27:23

Figura 15. Interfaz de la Excel configurada para la Reducción de datos. (Fuente: Elaboración propia).

Sin embargo, cuando se quiso extraer la información de los distanciómetros, se encontraron dificultades a la hora de interpretar los datos ya que las distancias que se medían no eran coherentes con el punto de referencia marcado y por cada usuario que circulaba por delante de los distanciómetros el distanciómetro sacaba 3 medidas que no eran similares.

Por este motivo, se decide continuar tan solo con el análisis de los vídeos recogidos por las videocámaras.

8 ANÁLISIS DE LA OPERACIÓN DEL ANILLO CICLISTA

En esta sección se va a llevar a cabo el análisis de la operación del anillo ciclista. Primeramente se hará un estudio de identificación del usuario dominante, es decir, qué usuario es el que más hace uso de la infraestructura. A continuación, el análisis se centrará en la velocidad de los usuarios, estimando los intervalos estadísticos LSD para evaluar si hay diferencias estadísticamente significativas entre tipos de usuarios y ubicaciones seleccionadas. Después, se estudiará el cumplimiento de la normativa para cada tipo de usuario. Por último, se analizarán los intervalos y el espaciamiento entre usuarios que circulan por un mismo carril bici y sentido de circulación.

8.1 Tipología de usuario

En este apartado se va a tratar la tipología dominante según el sexo en cada ubicación y el tipo de vehículo que más circula por el Anillo Ciclista de Valencia.

8.1.1 Según el sexo

Según la toma de datos realizada en las distintas ubicaciones, se pudo distinguir un perfil ligeramente predominante masculino con un 56% frente a un 44% de las mujeres en el total de usuarios (Figura 16).



Figura 16. Perfil del usuario según el sexo. (Fuente: Elaboración propia).

A continuación, se muestra la distribución de usuarios según sexo para cada una de las ubicaciones.

8.1.1.1 Calle Colón, Calle Guillem de Castro y Plaza del Temple

Calle Colón

En la Calle Colón, el porcentaje de hombres es ligeramente superior al de mujeres (Figura 17).



Figura 17. Tipología de usuario: Calle Colón. (Fuente: Elaboración propia).

Calle Guillem de Castro

En la Calle Guillem de Castro, el porcentaje de hombres es ligeramente superior al de las mujeres (Figura 18).

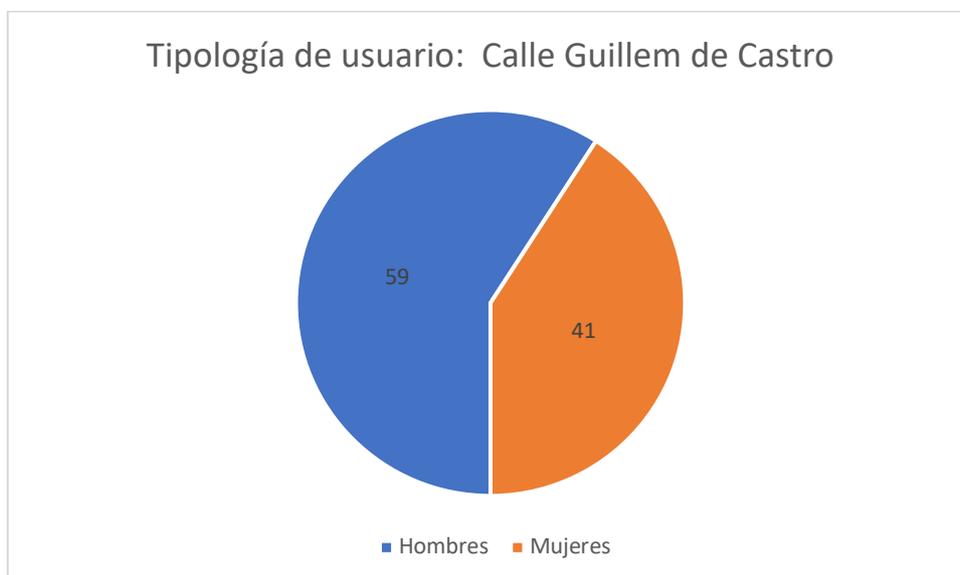


Figura 18. Tipología de usuario: Calle Guillem de Castro. (Fuente: Elaboración propia).

Plaza del Temple

En la Plaza del Temple, también hay más hombres que transitan por el carril bici que mujeres (Figura 19).

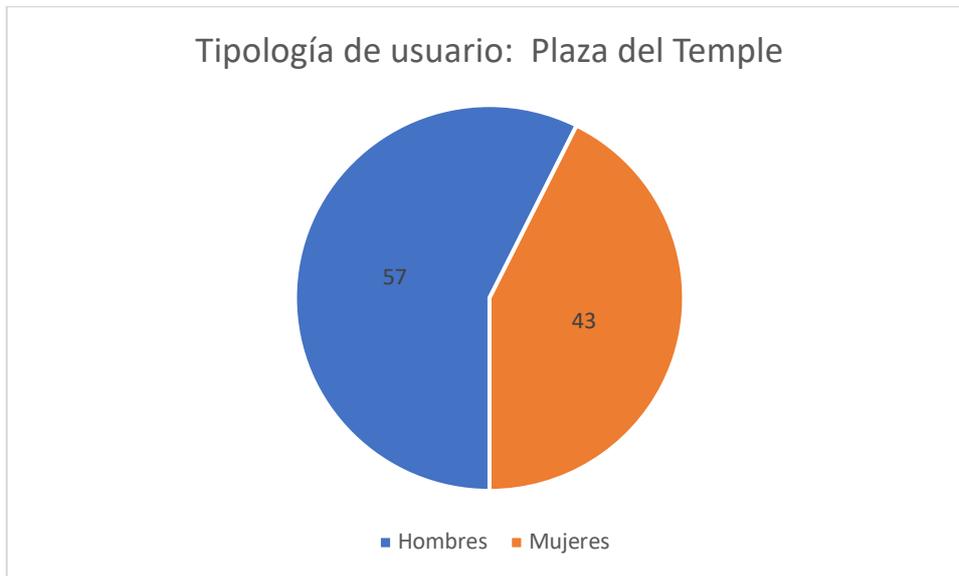


Figura 19. Tipología de usuario: Plaza del Temple. (Fuente: Elaboración propia).

8.1.2 Tipo de vehículo

El vehículo más empleado es la bicicleta privada (52%), liderado tanto por hombres como mujeres con 30% y un 22% respectivamente del total de vehículos contabilizados durante la toma de datos (Figura 20). En segundo lugar, se encuentra el patinete con un 21% en hombres y un 16% en mujeres. Por último, la valenbisi es empleada por apenas un 11% de los usuarios. En este sentido, las bicicletas públicas son de gran volumen y de mayor peso que las habituales por lo que podrían ser más incómodas que una bicicleta privada.

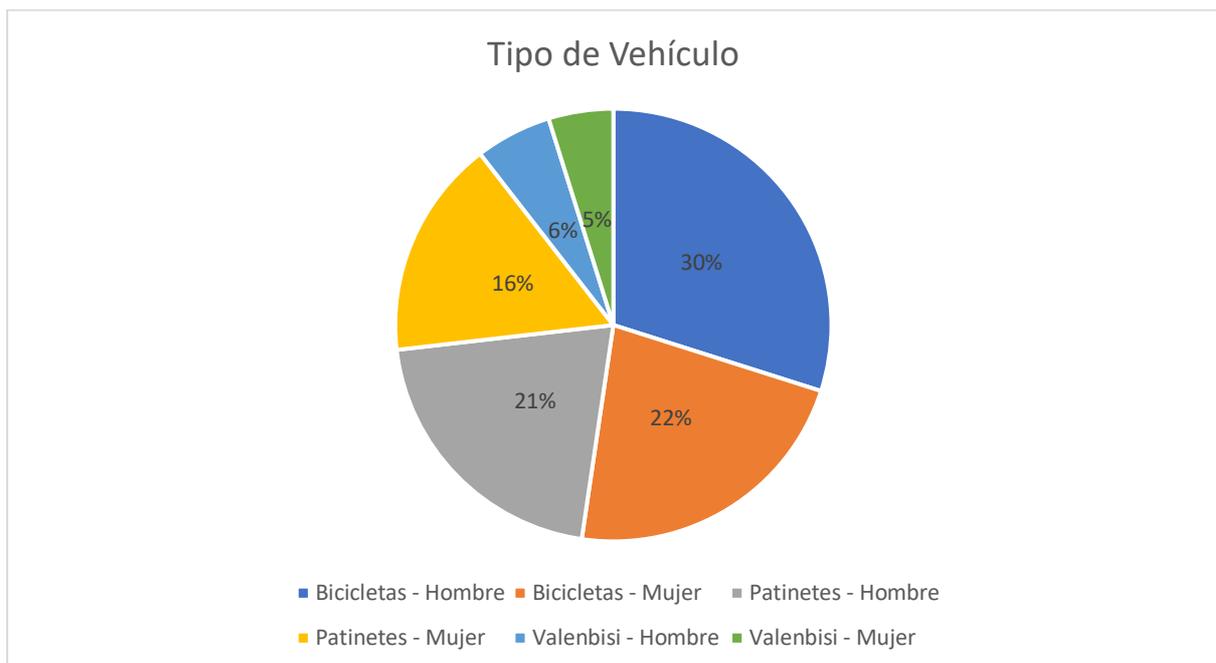


Figura 20. Tipo de vehículo. (Fuente: Elaboración propia).

8.2 Velocidad

El análisis del tráfico es fundamental para conocer la movilidad de los ciudadanos y diseñar adecuadamente las infraestructuras.

En este sentido podemos diferenciar entre 2 tipos de análisis:

- (I) Análisis macroscópico: Está centrado en el comportamiento promedio de los conductores.
- (II) Análisis microscópico: Está centrado en el comportamiento individual de cada conductor particular.

Las variables macroscópicas del tráfico más importantes son la intensidad, la densidad y la velocidad. La velocidad se define como la velocidad a la cual circulan los usuarios de la vía, bajo condiciones de flujo libre y condiciones favorables de meteorología, sin sobrepasar en ningún momento la velocidad segura.

La ecuación fundamental del tráfico se define como:

$$I \left(\frac{vh}{h} \right) = V \left(\frac{km}{h} \right) * D \left(\frac{vh}{km} \right)$$

Durante la toma de datos se identificaron, principalmente, tres tipos de vehículos: bicicletas privadas, bicicletas públicas y patinetes eléctricos. Las **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**, **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.** y **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.** muestran las velocidades medias para cada uno de estos tipos de vehículos según el sexo del usuario y en su conjunto. Asimismo, también se indica el número de usuarios identificado y la desviación estándar.

Tabla 2. Resumen de velocidad promedio, desviación estándar, y número de cada usuario en Calle Colón. (Fuente: Elaboración propia).

	Número (vehículos)	Velocidad promedio (km/h)	Desviación estándar (km/h)
Bicicleta hombre	328	17,23	3,55
Bicicleta mujer	280	15,80	3,22
Patinete hombre	233	21,33	3,94
Patinete mujer	204	20,13	3,88
Valenbisi hombre	73	15,79	2,90
Valenbisi mujer	76	14,38	2,02

Tabla 3. Resumen de velocidad promedio, desviación estándar y número en la Calle Guillem de Castro. (Fuente: Elaboración propia).

	Número (vehículos)	Velocidad promedio (km/h)	Desviación estándar (km/h)
Bicicleta hombre	408	17,36	3,60
Bicicleta mujer	269	16,47	2,98
Patinete hombre	268	20,79	3,95

Patinete mujer	191	19,64	3,76
Valenbisi hombre	59	15,48	3,17
Valenbisi mujer	Número	13,80	2,12

Tabla 4. Resumen de velocidad promedio, desviación estándar y número en la Plaza del Temple. (Fuente: Elaboración propia).

	Número (vehículos)	Velocidad promedio (km/h)	Desviación estándar (km/h)
Bicicleta hombre	200	18,14	4,37
Bicicleta mujer	151	17,26	3,52
Patinete hombre	151	20,57	3,58
Patinete mujer	117	20,11	3,47
Valenbisi hombre	45	15,40	2,86
Valenbisi mujer	26	15,57	3,47

Como se puede observar en las **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**, **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.** y **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**, el vehículo con mayor velocidad en Calle Colón, Calle Guillem de Castro y la Plaza del Temple es el patinete, concretamente conducido por hombres, mientras que el que menor velocidad experimenta es la Valenbisi. En cuanto a sexo, el hombre resultó circular más rápido que la mujer para todos los tipos de vehículos y ubicaciones, a excepción de la Valenbisi en la Plaza del Temple. En este caso concreto, las mujeres superan en velocidad a los hombres, lo que podría deberse a la muestra tan pequeña que se obtuvo de la toma de datos para esta tipología de vehículo en esta ubicación.

8.2.1 Por ubicación

En este apartado se va a analizar estadísticamente la velocidad con el software StatGraphics y se van a representar los diagramas de cajas y bigotes en las diferentes ubicaciones del estudio del Anillo Ciclista de Valencia: Calle Colón, Calle Guillem de Castro y Plaza del Temple. Además, también se diferenciará entre hombres y mujeres.

8.2.1.1 Calle Colón

En esta sección se va a analizar la gráfica de densidad de velocidad en la Calle Colón.

Si se analiza la Figura 21, se observa que los usuarios de valenbisi, tanto hombre como mujer, alcanzan una velocidad muy inferior a los usuarios de patinetes y de bicicletas. Además, la densidad de bicicletas mujer (rojo) es muy similar a los usuarios de valenbisi hombre (verde). También, la distribución de las valenbisi mujer, valenbisi hombre y bicicletas mujer presentan una forma más puntiaguda que los demás usuarios lo que significa que la velocidad de estos usuarios es bastante similar en el mismo punto de la toma de datos. Sin embargo, los usuarios restantes, presentan una curva más suavizada, lo que indica que existe una mayor variabilidad de la velocidad entre los usuarios de un mismo tipo de vehículo.

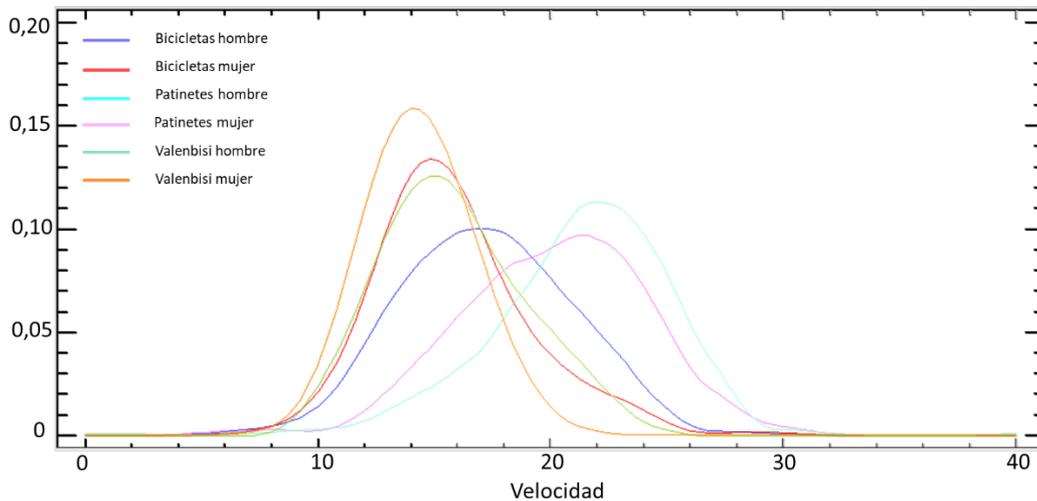


Figura 21. Densidad de Velocidad en Calle Colón. (Fuente: Elaboración propia).

Como se puede observar en la **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**, ninguna de las muestras sigue una distribución normal. Debido a que el P-Valor de las muestras es menor a 0,05, se puede rechazar la hipótesis de que la muestra de la Calle Colón para cada tipología de vehículos para hombres y mujeres proviene de una distribución normal con un 95% de confianza. Por tanto, se procede a la comparación de medianas para saber si tienen diferencias estadísticamente significativas.

Tabla 5. Prueba Kolmogorov-Smirnov para la muestra de la Calle Colón. (Fuente: Elaboración propia).

Tipo	P-Valor	Ajuste normal
Bicicleta hombre	0	No

Bicicleta mujer	0	No
Patinete hombre	0	No
Patinete mujer	0	No
Valenbisi hombre	0	No
Valenbisi mujer	0	No

Para comprobar si existen diferencias estadísticamente significativas se ha escogido el test estadístico no paramétrico de Kruskal – Wallis, que consiste en la comparación de medianas haciendo todas las combinaciones posibles para contrastarlos entre sí.

Hombres

La prueba de Kruskal-Wallis evalúa la hipótesis nula de que las medianas de las tres distribuciones de velocidad estudiadas es la misma. Puesto que el valor-P es menor que 0,05, se puede afirmar que existe diferencias estadísticamente significativas entre las medianas asociadas a los distintos tipos de vehículos con un nivel del 95,0% de confianza (**¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**).

Tabla 6. Prueba de Kruskal - Wallis. (Fuente: Elaboración propia).

	Tamaño de Muestra	Rango Promedio
Bicicletas – Hombre	328	257,122
Patinetes – Hombre	233	442,567
Valenbisi – Hombre	73	189,603
Estadístico = 180,689	P – Valor = 0	

La Figura 22 muestra gráficamente estos resultados. Como se puede observar, ninguno de los intervalos asociados a cada tipología de vehículo se solapa, lo que significa que hay diferencias estadísticamente significativas entre las velocidades experimentadas entre los tres tipos de vehículos.

Gráfico de Medianas con Intervalos del 95,0% de Confianza

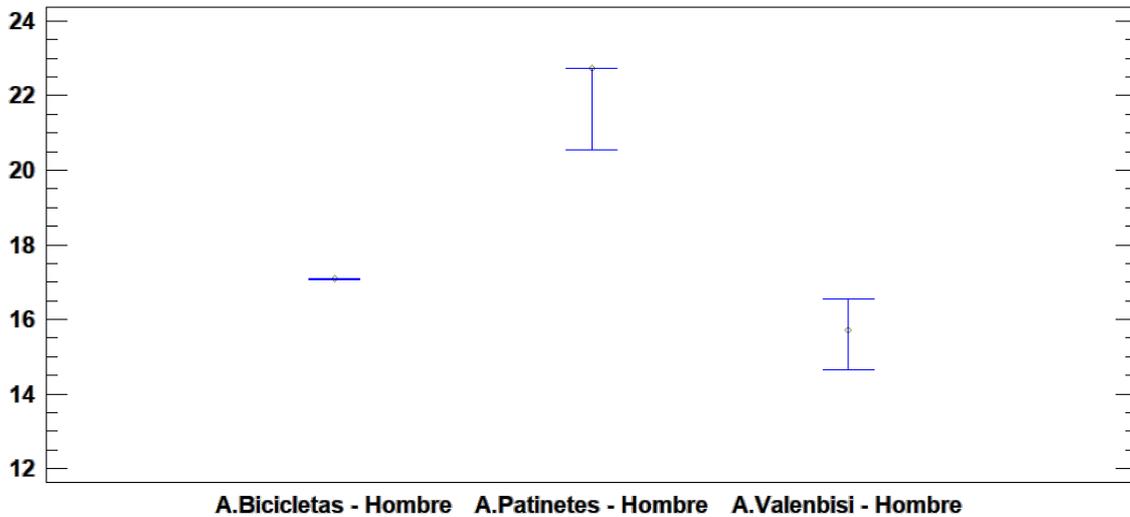


Figura 22. Gráfico de medianas Hombre en Calle Colón. (Fuente: Elaboración propia).

La Figura 23 presenta el diagrama de cajas y bigotes para cada uno de los tipos de vehículos en la Calle Colón. Como se puede observar en la Tabla 7, el patinete es el que circula más rápido con una velocidad mediana de 22,72 km/h. Además, su diagrama de cajas y bigotes presenta la mediana desplazada hacia el tercer cuartil indicando que una gran mayoría de usuarios circulan a la velocidad mencionada.

Tabla 7. Valores del diagrama caja y bigotes: Calle Colón - Hombres. (Fuente: Elaboración propia).

	Número (vehículo)	Primer cuartil (km/h)	Medianas (km/h)	Tercer cuartil (km/h)	Valor mínimo (km/h)	Valor máximo (km/h)
Bicicletas	328	14,65	17,1	20,18	6,03	29,35
Patinete	233	18,64	22,72	22,80	8,90	30,76
Valenbisi	73	13,68	15,72	17,1	10,79	22,8

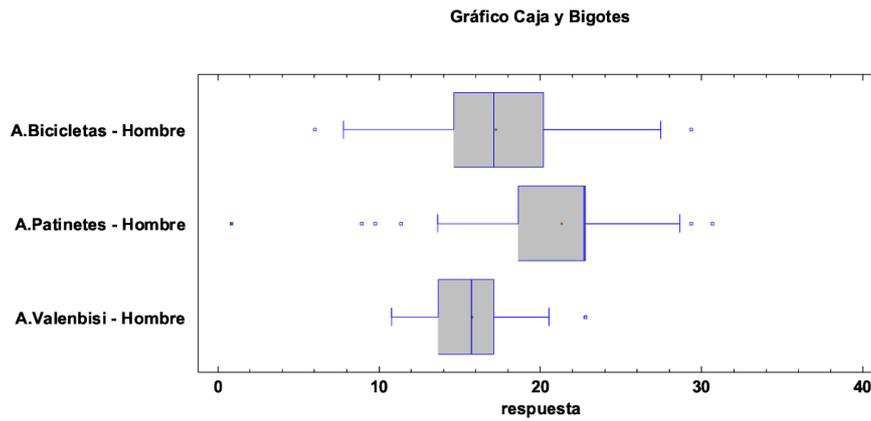


Figura 23. Gráfico cajas y bigotes en Calle Colón - Hombres. (Fuente: Elaboración propia).

Mujeres

La prueba de Kruskal-Wallis evalúa la hipótesis nula de que las medianas de las tres distribuciones de velocidad estudiadas es la misma. Puesto que el valor-P es menor que 0,05, se puede afirmar que existe diferencias estadísticamente significativas entre las medianas asociadas a los distintos tipos de vehículos con un nivel del 95,0% de confianza (**¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**).

Tabla 8. Prueba de Kruskal - Wallis. (Fuente: Elaboración propia).

	Tamaño de Muestra	Rango Promedio
Bicicletas – Mujer	280	226,802
Patinetes – Mujer	204	399,037
Valenbisi – Mujer	76	160,158
Estadístico = 183,101	P – Valor = 0	

En la Figura 24 se observa cómo los intervalos de las bicicletas privadas y públicas conducidas por mujeres se solapan, por lo que se puede afirmar que no existen diferencias estadísticamente significativas entre las velocidades de ambos tipos de vehículos, con un nivel de confianza del 95%. Sin embargo, el intervalo correspondiente a los patinetes no se solapa con ninguna de las otras muestras y, por tanto, existen diferencias significativas de medias con un nivel de confianza del 95%.

Gráfico de Medianas con Intervalos del 95,0% de Confianza

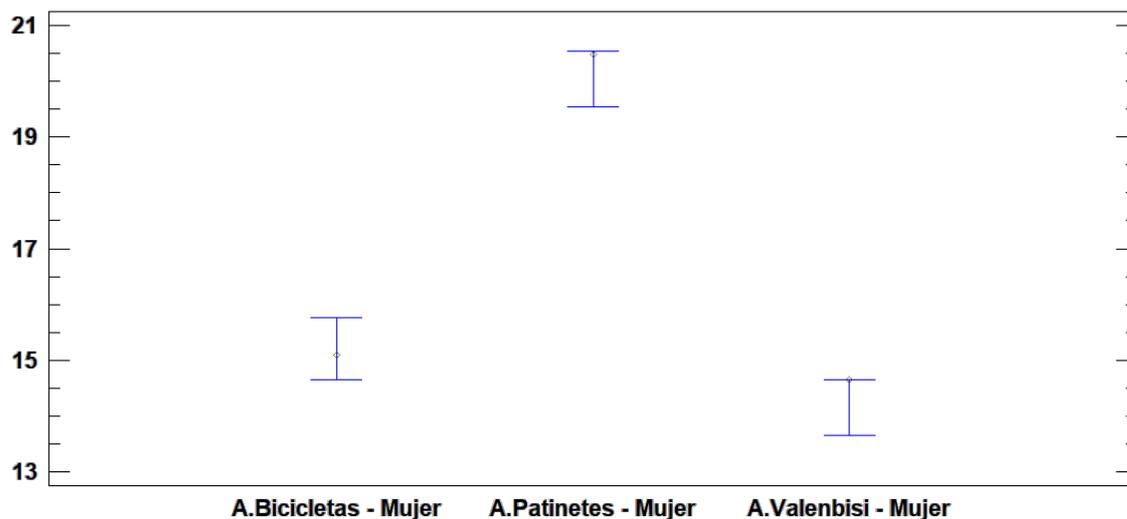


Figura 24. Gráfico de medianas mujer en Calle Colón. (Fuente: Elaboración propia).

La Figura 25 presenta el gráfico de cajas y bigotes para los diferentes tipos de vehículos. Como se puede observar en la **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**, no existe una diferencia d

e medianas significativa, aunque las bicicletas privadas circulan ligeramente a mayor velocidad. Por último, comentar que el patinete es el usuario más rápido en circular por el Anillo Ciclista.

Tabla 9. Valores del diagrama de caja y bigotes: Calle Colón - Mujeres. (Fuente: Elaboración propia).

	Número (vehículo)	Primer cuartil (km/h)	Medianas (km/h)	Tercer cuartil (km/h)	Valor mínimo (km/h)	Valor máximo (km/h)
Bicicletas	280	13,68	15,08	17,10	7,16	29,61
Patinete	204	17,10	20,48	22,80	6,13	29,36
Valenbisi	76	12,81	14,65	15,76	9,31	19,88

Gráfico Caja y Bigotes

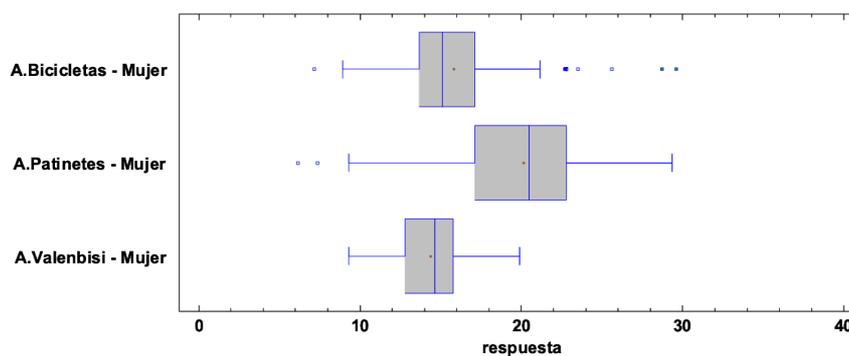


Figura 25. Gráfico de caja y bigotes en Calle Colón - Mujeres. (Fuente: Elaboración propia).

8.2.1.2 Calle Guillem de Castro

La Figura 26 presenta las distribuciones de densidad de las velocidades observadas en la Calle Guillem de Castro, según tipo de vehículo y sexo del usuario. Como se puede observar, las distribuciones de los diferentes usuarios son más suaves que en la Calle Colón. Esto indica que la dispersión de las velocidades es elevada.

Las distribuciones que están más a la izquierda de la gráfica representan a los tipos de vehículos que circulan por el carril bici más despacio como son, en este caso, las mujeres y hombres que circulan en valenbisi.

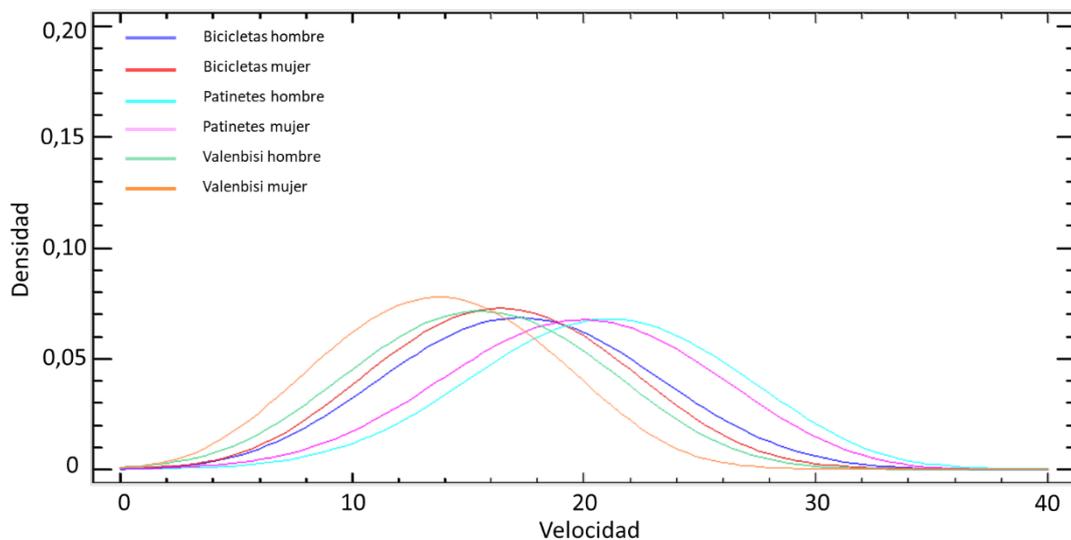


Figura 26. Densidad de Velocidad en Calle Guillem de Castro. (Fuente: Elaboración propia).

Como se puede observar en la **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**, ninguna de las muestras sigue una distribución normal, debido a que el P-Valor de las muestras es menor a 0,05, se puede rechazar la idea de que la muestra de la Calle Guillem de Castro para cada tipología de vehículos para hombres y mujeres proviene de una distribución normal con un 95% de confianza. Por tanto, se procede a la comparación de medianas para saber si tienen diferencias estadísticamente significativas.

Tabla 10. Prueba Kolmogorov-Smirnov para la muestra de la Calle Guillem de Castro. (Fuente: Elaboración propia).

Tipo	P-valor	Ajuste normal
Bicicleta hombre	0	No
Bicicleta mujer	0	No
Patinete hombre	0	No
Patinete mujer	0	No
Valenbisi hombre	0	No
Valenbisi mujer	0	No

Para comprobar si existen diferencias estadísticamente significativas se ha escogido el test estadístico no paramétrico de Kruskal – Wallis, que consiste en la comparación de medianas haciendo todas las combinaciones posibles para contrastarlos entre sí.

Hombres

La prueba de Kruskal-Wallis evalúa la hipótesis nula de que las medianas de las tres distribuciones de velocidad estudiadas es la misma. Puesto que el valor-P es menor que 0,05, se puede afirmar que existe diferencias estadísticamente significativas entre las medianas asociadas a los distintos tipos de vehículos con un nivel del 95,0% de confianza (**¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**).

Tabla 11. Prueba de Kruskal - Wallis. (Fuente: Elaboración propia).

	Tamaño de Muestra	Rango Promedio
Bicicletas – Hombre	408	307,315
Patinetes – Hombre	268	494,373
Valenbisi – Hombre	59	213,619
Estadística = 160,096	P – Valor = 0	

Como se puede observar en la Figura 27, los intervalos no se solapan, por lo que se puede afirmar que existen diferencias estadísticamente significativas entre las medianas de la velocidad entre los tres tipos de vehículos.

Gráfico de Medianas con Intervalos del 95,0% de Confianza

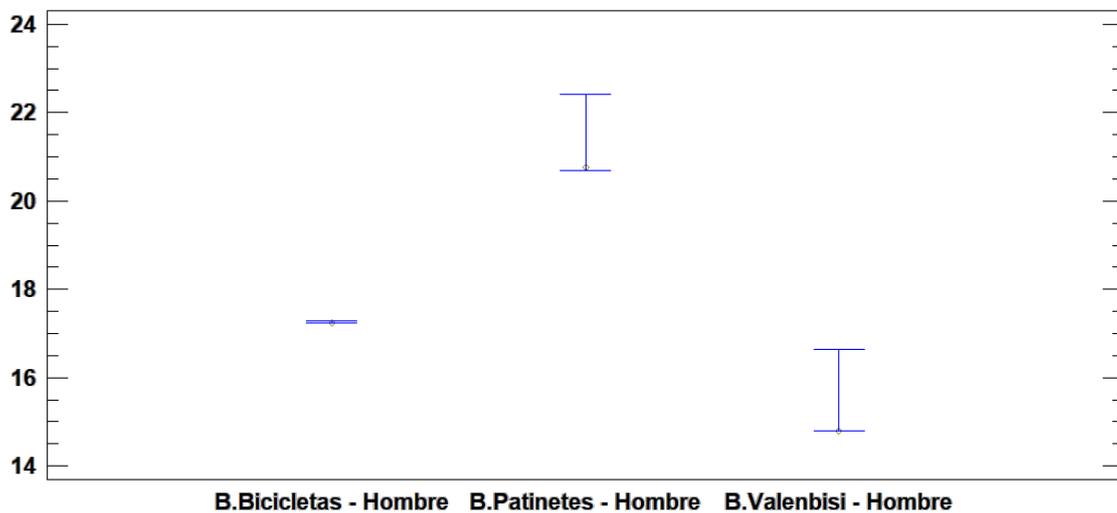


Figura 27. Gráfico de medianas para hombres en Calle Guillem de Castro. (Fuente: Elaboración propia).

La Figura 28 presenta el gráfico de cajas y bigotes. Como se observa en la **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**, el usuario que circula más rápido es el patinete, siendo su mediana superior en 5 km/h a los usuarios que circulan con valenbisi.

Tabla 12. Valores del diagrama de cajas y bigotes: Calle Guillem de Castro - Hombres. (Fuente: Elaboración propia).

	Número (vehículo)	Primer cuartil (km/h)	Medianas (km/h)	Tercer cuartil (km/h)	Valor mínimo (km/h)	Valor máximo (km/h)
Bicicletas	408	14,80	17,24	20,69	7,15	29,67
Patinete	268	18,83	20,76	23,04	7,67	34,56
Valenbisi	59	13,80	14,80	17,28	7,96	23,04

Gráfico Caja y Bigotes

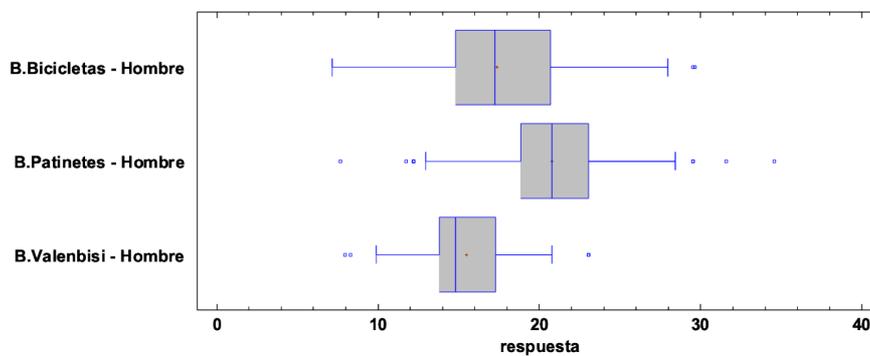


Figura 28. Gráfico de caja y bigotes en Calle Guillem de Castro - Hombre. (Fuente: Elaboración propia).

Mujeres

La prueba de Kruskal-Wallis evalúa la hipótesis nula de que las medianas de las tres distribuciones de velocidad estudiadas es la misma. Puesto que el valor-P es menor que 0,05, se puede afirmar que existe diferencias estadísticamente significativas entre las medianas asociadas a los distintos tipos de vehículos con un nivel del 95,0% de confianza (**¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**).

Tabla 13. Prueba de Kruskal – Wallis en Calle Guillem de Castro - Mujeres. (Fuente: Elaboración propia).

	Tamaño de Muestra	Rango Promedio
Bicicletas – Mujer	269	218,219
Patinetes – Mujer	191	343,419
Valenbisi – Mujer	48	104,0
Estadístico = 137,721	P – Valor = 0	

A continuación, se procede al análisis de los intervalos para los vehículos conducidos por mujeres. En la Figura 29 se puede observar que ninguno de los intervalos LSD se solapa. Por tanto, se puede afirmar que existen diferencias estadísticamente significativas entre los distintos tipos de vehículos, para un nivel de confianza del 95%.

Gráfico de Medianas con Intervalos del 95,0% de Confianza

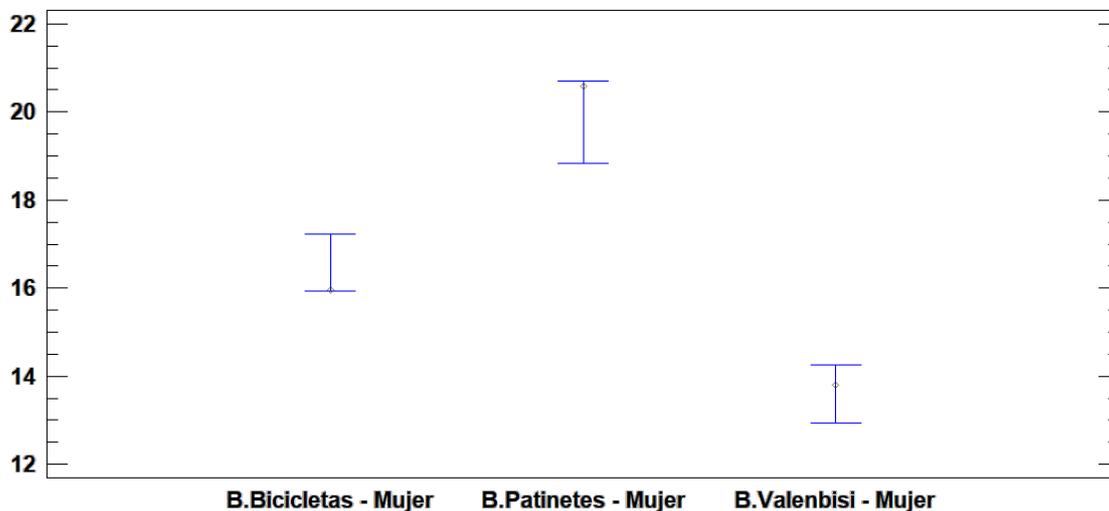


Figura 29. Gráfico de medianas para mujeres en Calle Guillem de Castro. (Fuente: Elaboración propia).

La Figura 30 muestra el gráfico de cajas y bigotes y en la **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.** se resumen los valores del cuartil 1, mediana, cuartil 3 y los valores mínimo y máximo de las velocidades de cada tipo de vehículo. De nuevo, el tipo de vehículo que circula por el Anillo Ciclista a una mayor velocidad es el patinete.

Tabla 14. Valores del diagrama de cajas y bigotes: Calle Guillem de Castro - Mujeres. (Fuente: Elaboración propia).

	Número (vehículo)	Primer cuartil (km/h)	Medianas (km/h)	Tercer cuartil (km/h)	Valor mínimo (km/h)	Valor máximo (km/h)
Bicicletas	269	14,80	15,96	18,83	8,30	25,89
Patinete	191	17,28	20,57	22,96	7,97	26,89
Valenbisi	48	12,19	13,81	14,80	9,74	18,83

Gráfico Caja y Bigotes

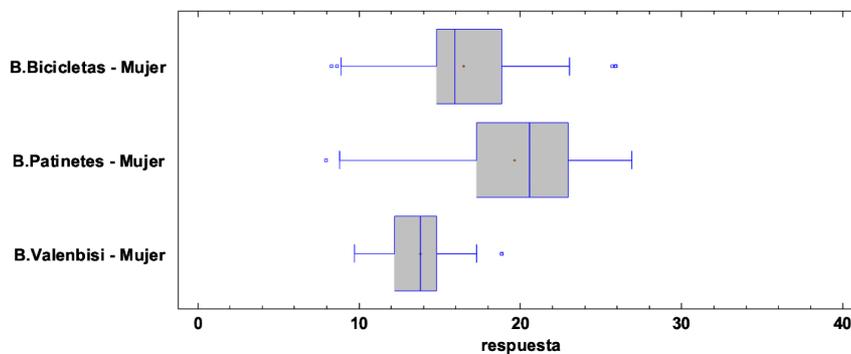


Figura 30. Gráfico de caja y bigotes en Calle Guillem de Castro - Mujeres. (Fuente: Elaboración propia).

8.2.1.3 Plaza del Temple

La Figura 31 presenta las distribuciones de densidad de las velocidades observadas en la Plaza del Temple. Como se puede observar, la gráfica tiene distribuciones con curvas más suavizadas que en la Calle Colón y la Calle Guillem de Castro. Esto puede estar ocasionado por la separación entre pasos de peatones, por la inexistencia de accesos a viviendas, y por ser un tramo continuo sin interrupciones, lo que genera una mayor libertad a los usuarios del carril bici para circular a la velocidad que consideren, incrementándose la variabilidad de las velocidades.

Los usuarios que parecen circular más despacio son los hombres que utilizan valenbisi. Sin embargo, cabe destacar que la muestra para los usuarios de valenbisi es muy reducida en comparación con la muestra de bicicletas o patinetes (ver **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**), lo que podría llevar a resultados no concluyentes para este tipo de vehículo.

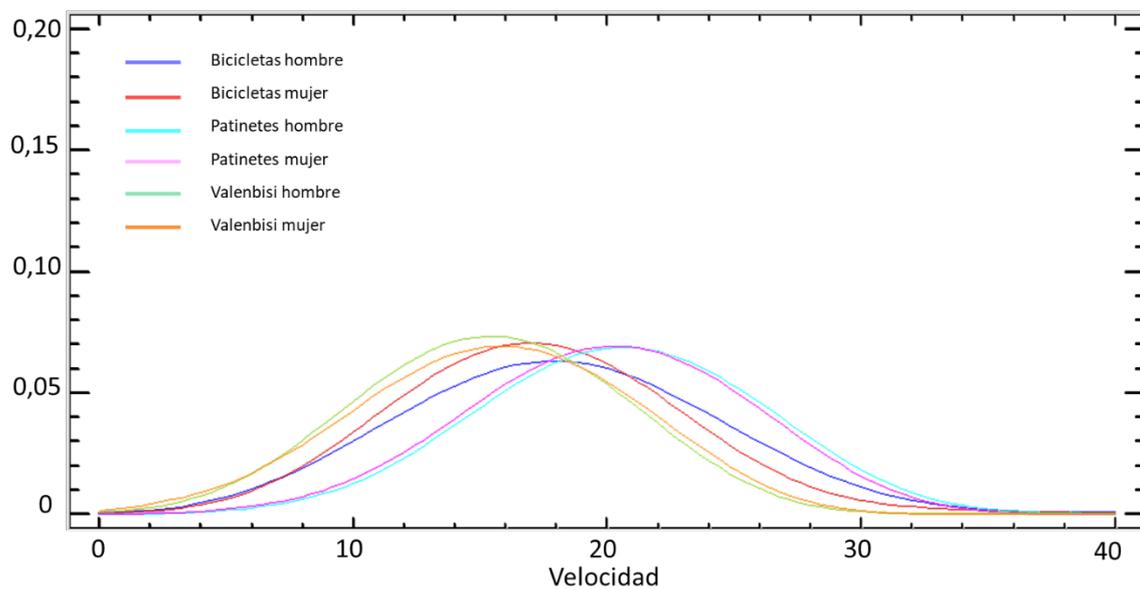


Figura 31. Densidad de Velocidad en la Plaza del Temple. (Fuente: Elaboración propia).

Como se puede observar en la **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**, ninguna de las muestras sigue una distribución normal, debido a que el P-Valor de las muestras es menor a 0,05, se puede rechazar la idea de que la muestra de la Plaza del Temple para cada tipología de vehículos para hombres y mujeres proviene de una distribución normal con un 95% de confianza. Por tanto, se procede a la comparación de medianas para saber si tienen diferencias estadísticamente significativas.

Tabla 15. Prueba F para la muestra de la Plaza del Temple. (Fuente: Elaboración propia).

Tipo	P-valor	Ajuste normal
Bicicletas hombre	0	No
Bicicletas mujer	0	No
Patinetes hombre	0	No
Patinetes mujer	0	No
Valenbisi hombre	0	No
Valenbisi mujer	0	No

Hombres

La prueba de Kruskal-Wallis evalúa la hipótesis nula de que las medianas de las tres distribuciones de velocidad estudiadas es la misma. Puesto que el valor-P es menor que 0,05, se puede afirmar que existe diferencias estadísticamente significativas entre las medianas asociadas a los distintos tipos de vehículos con un nivel del 95,0% de confianza (**¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**).

Tabla 16. Prueba de Kruskal - Wallis en la Plaza del Temple para hombres. (Fuente: Elaboración propia).

	Tamaño de Muestra	Rango Promedio
Bicicletas – Hombre	200	181,15
Patinetes – Hombre	151	248,997
Valenbisi – Hombre	45	106,167
Estadístico = 63,8591	P – Valor = 0	

En la Figura 32 se puede observar el gráfico de medianas para hombres en la Plaza del Temple. Dado que los intervalos de bicicletas privadas y patinetes se solapan, se puede afirmar que no existen diferencias estadísticamente significativas entre las velocidades de ambos tipos de vehículos con un nivel de confianza del 95%. Asimismo, el intervalo de las bicicletas públicas valencianas no se solapa con el de las otras dos muestras, por lo que en este caso sí existen diferencias estadísticamente significativas con estas dos.

Gráfico de Medianas con Intervalos del 95,0% de Confianza

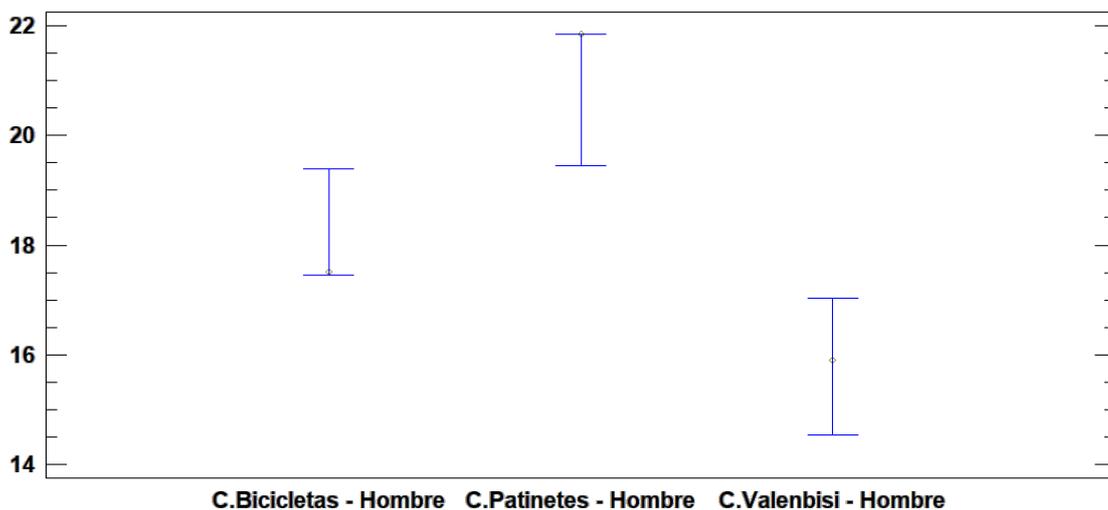


Figura 32. Gráfico de medianas para hombres en la Plaza del Temple. (Fuente: Elaboración propia).

La Figura 33 muestra el gráfico de cajas y bigotes, mientras que la **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.** presenta los valores del primer cuartil, la mediana, el tercer cuartil y los valores máximos y mínimos de las velocidades para cada tipo de vehículo. Aunque no se han encontrado diferencias estadísticamente significativas entre patinetes y bicicletas, la diferencia de sus medianas es mayor que 4 km/h.

Tabla 17. Valores del diagrama de cajas y bigotes: Plaza del Temple - Hombres. (Fuente: Elaboración propia):

	Número (vehículo)	Primer cuartil (km/h)	Medianas (km/h)	Tercer cuartil (km/h)	Valor mínimo (km/h)	Valor máximo (km/h)
Bicicletas	200	14,58	17,51	21,84	9,24	34,92
Patinete	151	19,37	21,84	21,84	10,27	29,16
Valenbisi	45	12,49	15,89	17,46	9,72	21,84

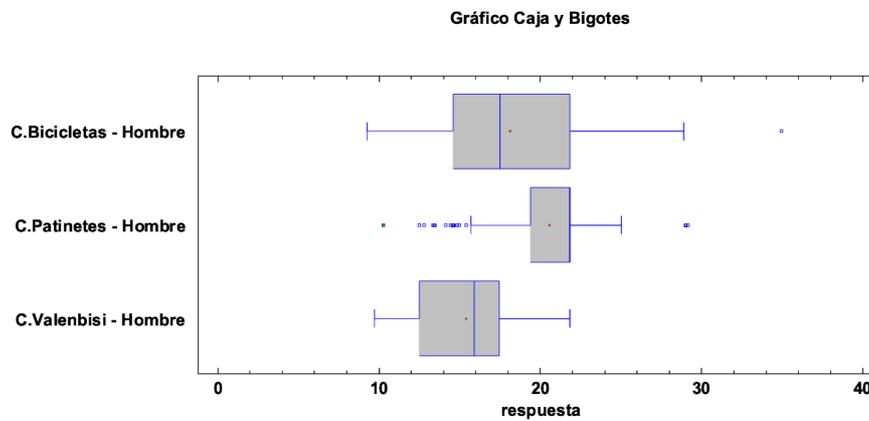


Figura 33. Gráfica cajas y bigotes en Plaza del Temple - Hombre. (Fuente: Elaboración propia).

Mujeres

La prueba de Kruskal-Wallis evalúa la hipótesis nula de que las medianas de las tres distribuciones de velocidad estudiadas es la misma. Puesto que el valor-P es menor que 0,05, se puede afirmar que existe diferencias estadísticamente significativas entre las medianas asociadas a los distintos tipos de vehículos con un nivel del 95,0% de confianza (**¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**).

Tabla 18. Prueba de Kruskal – Wallis en Plaza del Temple - Mujeres. (Fuente: Elaboración propia).

	Tamaño de Muestra	Rango Promedio
Bicicletas – Mujer	151	122,444
Patinetes – Mujer	117	192,709
Valenbisi – Mujer	26	89,5769
Estadístico = 58,7873	P – Valor = 0	

La Figura 34 muestra cómo en el caso de las mujeres los intervalos relativos a las bicicletas privadas y bicicletas públicas se solapan, justificando que no existen diferencias estadísticamente significativas entre ambos tipos de vehículos. No obstante, estos intervalos no se solapan con el relativo al patinete, quedando claro que en este caso sí existen diferencias estadísticamente significativas entre las velocidades de los patinetes y las bicicletas privadas y públicas, con un nivel de confianza de 95%.

Gráfico de Medianas con Intervalos del 95,0% de Confianza

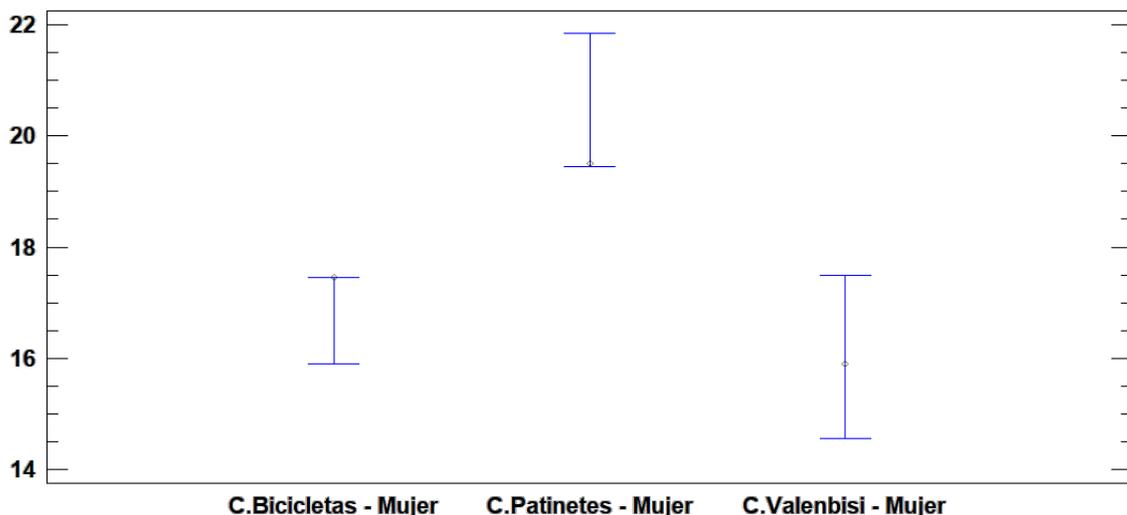


Figura 34. Gráfico de medianas para mujeres en la Plaza del Temple. (Fuente: Elaboración propia).

La Figura 35 presenta el gráfico de cajas y bigotes y la Tabla 19 el primer cuartil, la mediana, el tercer cuartil y los valores máximos y mínimos de la velocidad para cada tipo de vehículo. De nuevo, el vehículo que alcanza más velocidad es el patinete, seguido de las bicicletas privadas.

Tabla 19. Valores del diagrama de cajas y bigotes: Plaza del Temple - Mujeres. (Fuente: Elaboración propia).

	Número (vehículo)	Primer cuartil (km/h)	Medianas (km/h)	Tercer cuartil (km/h)	Valor mínimo (km/h)	Valor máximo (km/h)
Bicicletas	151	14,58	17,46	19,44	10,29	29,16
Patinete	117	17,51	19,51	21,84	10,74	29,16
Valenbisi	26	14,03	15,89	17,98	8,20	21,84

Gráfico Caja y Bigotes

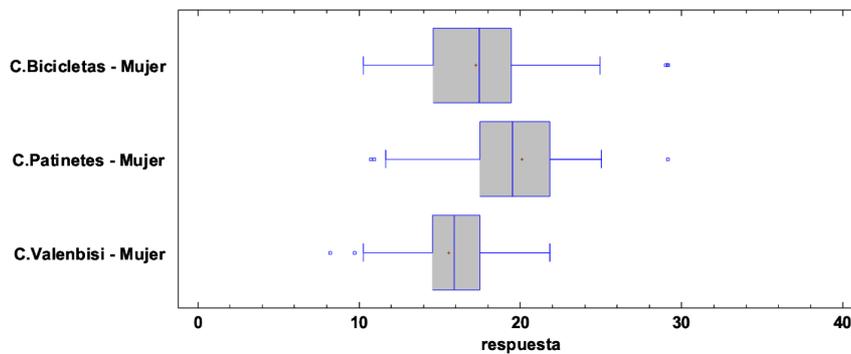


Figura 35. Gráfica cajas y bigotes en Plaza del Temple - Mujer. (Fuente: Elaboración propia).

8.2.2 Por tipología

En este apartado se va a llevar a cabo el análisis estadístico y la representación del diagrama de cajas y bigotes de cada tipología de usuario (bicicleta privada, patinete y valenbisi) según las tres ubicaciones existentes. En los diagramas está representada cada ubicación con una letra de acuerdo con la siguiente descripción:

- A – Calle Colón
- B – Calle Guillem de Castro
- C – Plaza del Temple

En primer lugar, se trata de comprobar si las muestras siguen una distribución normal. Para ello se procede a realizar la prueba de Kolmogorov-Smirnov. Esta establece como hipótesis nula (H_0) que los datos se distribuyen según una distribución normal, si el P-Valor que se obtiene es menor a 0,05 se rechaza H_0 con un nivel de confianza del 95%. Los resultados se encuentran en la **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia..**

Tabla 20. Prueba F para la tipología bicicletas. (Fuente: Elaboración propia).

Tipo	P-valor	Ajuste normal
Calle Colón - Hombre	0,0182117	No
Bicicletas mujer	0	No
Patinetes hombre	0,0746396	Sí
Patinetes mujer	0,871794	Sí
Valenbisi hombre	0,929903	Sí
Valenbisi mujer	0	No

De estos resultados se puede afirmar que las muestras de patinetes hombre, patinetes mujer y valenbisi hombre siguen una distribución normal. Una vez comprobada la normalidad de las muestras, se procede a comparar las muestras entre sí para estudiar si existen diferencias estadísticamente significativas con el test estadístico Kruskal – Wallis.

8.2.2.1 Bicicletas

En primer lugar, se analiza estadísticamente la muestra de bicicletas privadas. Primeramente, se realizará la prueba de Kruskal-Walis y después se analizarán las gráficas de medianas con intervalos al 95% de confianza. Por último, se representarán los diagramas de cajas y bigotes tanto para hombres y mujeres.

Hombres

La prueba de Kruskal-Wallis evalúa la hipótesis nula de que las medianas de las tres distribuciones de bicicletas hombre en cada ubicación estudiadas es la misma. Puesto que el valor-P es menor que 0,05, se puede afirmar que existe diferencias estadísticamente significativas entre las medianas asociadas a los distintos tipos de vehículos con un nivel del 95,0% de confianza (**¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**).

Tabla 21. Prueba de Kruskal - Wallis para bicicletas hombre según cada ubicación. (Fuente: Elaboración propia).

	Tamaño de Muestra	Rango Promedio
Calle Colón – Hombre	328	441,785
Calle Guillem de Castro – Hombre	408	469,451
Plaza del Temple – Hombre	200	510,373
Estadístico = 8,01138	P – Valor = 0,0182117	

Como se puede observar en la Figura 36, los intervalos de las muestras no se solapan, es por eso que se puede afirmar que existen diferencias significativas entre las muestras.

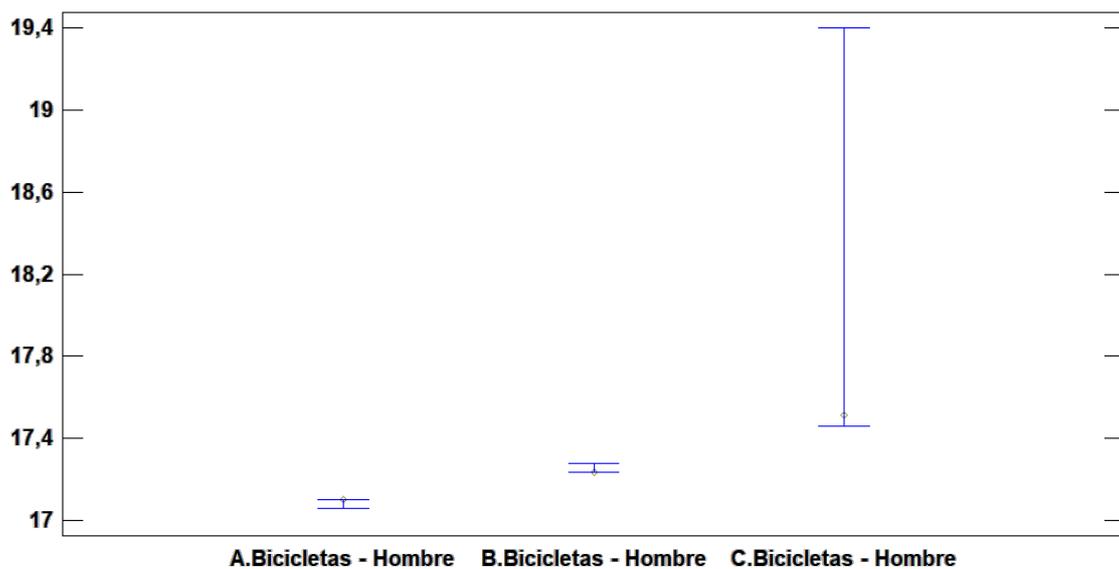


Figura 36. Gráfico de medianas para bicicletas hombre según cada ubicación. (Fuente: Elaboración propia).

Se ha observado que las bicicletas privadas conducidas por hombres circulan a velocidades similares sin importar la ubicación (Figura 37). No obstante, se ha identificado que en la Plaza del Temple las bicicletas conducidas por hombres circulan a una velocidad ligeramente superior que en las otras dos localizaciones. En la **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.** se puede observar el valor del primer cuartil, la mediana, el tercer cuartil, el valor mínimo y máximo de cada ubicación.

Tabla 22. Valores del diagrama de cajas y bigotes para las bicicletas - hombres según cada ubicación. (Fuente: Elaboración propia).

	Número (vehículo)	Primer cuartil (km/h)	Medianas (km/h)	Tercer cuartil (km/h)	Valor mínimo (km/h)	Valor máximo (km/h)
Calle Colón	328	14,65	17,1	20,18	6,03	29,35
Calle Guillem de Castro	408	14,80	17,24	20,69	7,15	29,67
Plaza del Temple	200	14,58	17,51	21,84	9,24	34,92

Gráfico Caja y Bigotes

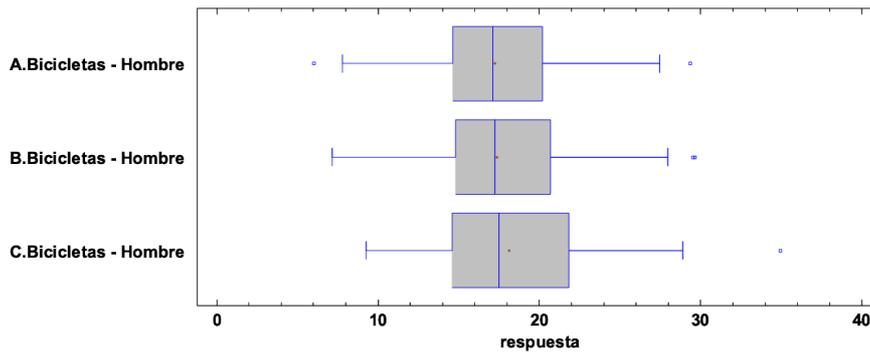


Figura 37. Diagrama de cajas y bigotes de las bicicletas privadas - hombres según cada ubicación. (Fuente: Elaboración propia).

Mujeres

La prueba de Kruskal-Wallis evalúa la hipótesis nula de que las medianas de las tres distribuciones de bicicletas mujer en cada ubicación estudiadas es la misma. Puesto que el valor-P es menor que 0,05, se puede afirmar que existe diferencias estadísticamente significativas entre las medianas asociadas a los distintos tipos de vehículos con un nivel del 95,0% de confianza (**¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**).

Tabla 23. Prueba de Kruskal - Wallis para bicicletas mujer según cada ubicación. (Fuente: Elaboración propia).

	Tamaño de Muestra	Rango Promedio
Calle Colón – Mujer	280	297,564
Calle Guillem de Castro – Mujer	269	374,294
Plaza del Temple – Mujer	151	406,272
Estadístico = 34,4384	P – Valor = 0	

Como se puede observar, los intervalos LSD de la Calle Guillem de Castro y la Plaza del Temple se solapan, es decir, no hay diferencias significativas entre muestras. Sin embargo, el intervalo de la Calle Colón no se solapa con las dos anteriores, por tanto, existe diferencias significativas con la Calle Guillem de Castro y la Plaza del Temple (Figura 38).

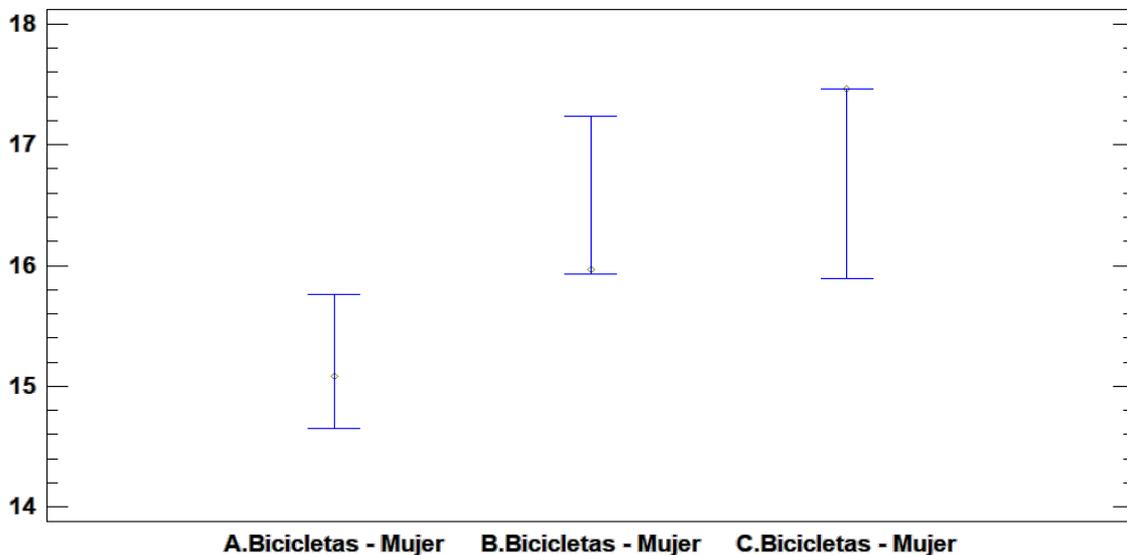


Figura 38. Gráfico de medianas para bicicletas mujer según cada ubicación. (Fuente: Elaboración propia).

A continuación, se analiza el diagrama de cajas y bigotes de las bicicletas conducidas por mujeres. Como se puede observar en la Figura 39, en la Calle Colón (A) las velocidades son más homogéneas, ya que la caja es más pequeña, lo que significa que las usuarias circulan con una velocidad semejante entre ellas. Sin embargo, en la Plaza del Temple (C), la caja es más grande, es decir, el intervalo intercuartílico (**¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**) es mayor que en las otras dos localizaciones, por lo que las velocidades son más heterogéneas.

En la Plaza del Temple (C) las bicicletas conducidas por mujeres circulan más rápido que en la Calle Colón (A) o en la Calle Guillem de Castro (B), lo que podría deberse a la gran longitud que existe entre semáforos. No obstante, la diferencia de las medianas de velocidades es aproximadamente 2 km/h, es decir, muy reducida.

Tabla 24. Valores del diagrama de cajas y bigotes para las bicicletas - mujeres según cada ubicación. (Fuente: Elaboración propia).

	Número	Primer cuartil (km/h)	Medianas (km/h)	Tercer cuartil (km/h)	Valor mínimo (km/h)	Valor máximo (km/h)
Calle Colón	280	13,68	15,08	17,10	7,16	29,61
Calle Guillem de Castro	269	14,80	15,96	18,83	8,30	25,89
Plaza del Temple	151	14,58	17,46	19,44	10,29	29,16

Gráfico Caja y Bigotes

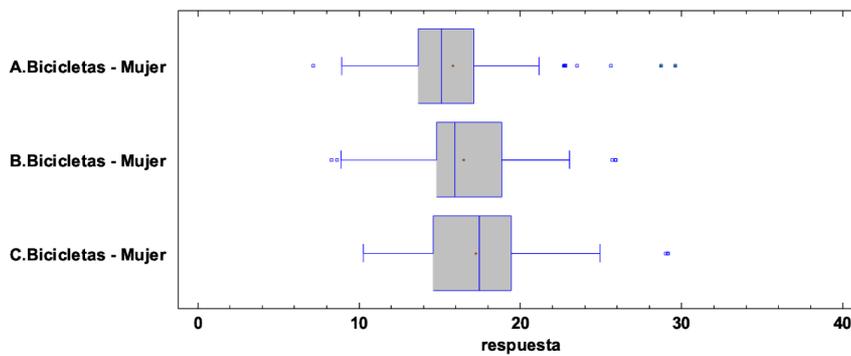


Figura 39. Diagrama de cajas y bigotes de las bicicletas privadas - mujeres según cada ubicación. (Fuente: Elaboración propia).

8.2.2.2 Patinetes

En segundo lugar, se analiza estadísticamente la muestra de patinetes en cada ubicación: Calle Colón, Calle Guillem de Castro y Plaza del Temple. Primeramente, se realizará la prueba de Kruskal-Wallis y después se analizarán las gráficas de medianas con intervalos al 95% de confianza. Por último, se representarán los diagramas de cajas y bigotes tanto para hombres y mujeres.

Hombres

La prueba de Kruskal-Wallis evalúa la hipótesis nula de que las medianas de las tres distribuciones de patinetes hombre en cada ubicación estudiadas es la misma. Puesto que el valor-P es menor que 0,05, se puede afirmar que no existe diferencias estadísticamente significativas entre las medianas asociadas a los distintos tipos de vehículos con un nivel del 95,0% de confianza (**¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**).

Tabla 25. Prueba de Kruskal - Wallis para patinetes hombre según cada ubicación. (Fuente: Elaboración propia).

	Tamaño de Muestra	Rango Promedio
Calle Colón – Hombre	233	337,721
Calle Guillem de Castro – Hombre	268	333,892
Plaza del Temple – Hombre	151	296,066
Estadístico = 5,19017	P – Valor = 0,0746396	

La **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.** muestra comparaciones por pares entre los rangos promedio de los 3 grupos. Usando el procedimiento de Bonferroni, 0 de las comparaciones son estadísticamente significantes al nivel de confianza 95,0%.

Tabla 26. Intervalos de confianza para patinetes hombre según cada ubicación. (Fuente: Elaboración propia).

Contraste	Diferencia	+/- Límites
Colón vs Guillem de Castro	3,82924	40,391
Colón vs Plaza del Temple	41,6548	47,1097
Guillem de Castro vs Plaza del Temple	37,8256	45,8841

En la Figura 40 se observa que los intervalos de las 3 muestras se solapan, por tanto se puede afirmar que no existen diferencias estadísticamente significativas para los patinetes hombre en cada ubicación con un nivel de confianza del 95%.

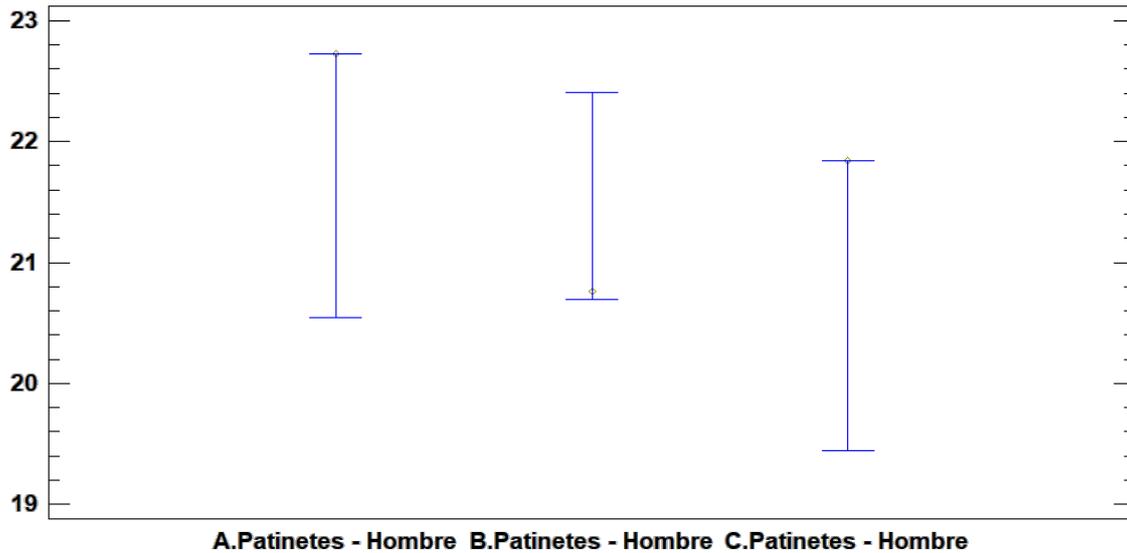


Figura 40. Gráfica de medianas para patinetes hombre según cada ubicación. (Fuente: Elaboración propia).

Según se observa en la Figura 41, los patinetes conducidos por hombres circulan ligeramente más rápido por la Calle Colón (A) y por la Plaza del Temple (C) que por la Calle Guillem de Castro (B). Esto puede ser debido a que el carril bici de la Calle Guillem de Castro tiene más interacción con el entorno. En la **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.** se puede observar el valor del primer cuartil, la mediana, el tercer cuartil, el valor mínimo y máximo de cada ubicación.

Tabla 27. Valores del diagrama de cajas y bigotes para las patinetes - hombres según cada ubicación. (Fuente: Elaboración propia).

	Número (vehículo)	Primer cuartil (km/h)	Medianas (km/h)	Tercer cuartil (km/h)	Valor mínimo (km/h)	Valor máximo (km/h)
Calle Colón	233	18,64	22,72	22,80	8,90	30,76
Calle Guillem de Castro	268	18,83	20,76	23,04	7,67	34,56
Plaza del Temple	151	19,37	21,84	21,84	10,27	29,16

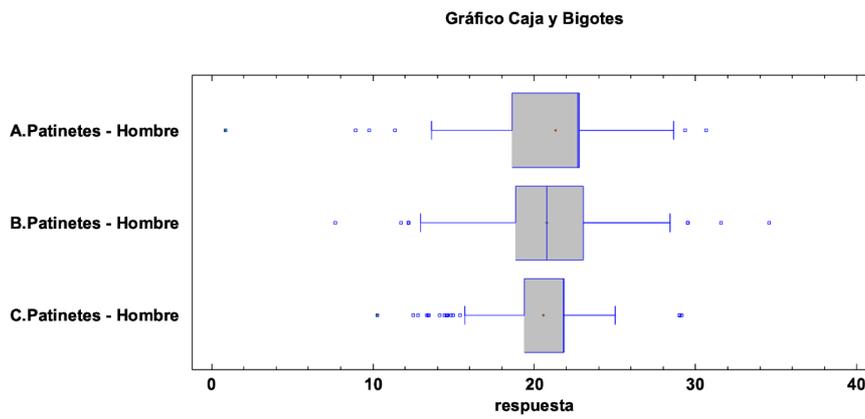


Figura 41. Diagrama de cajas y bigotes de los patinetes - hombres según cada ubicación. (Fuente: Elaboración propia).

Mujeres

La prueba de Kruskal-Wallis evalúa la hipótesis nula de que las medianas de las tres distribuciones de patinetes mujer en cada ubicación estudiadas es la misma. Puesto que el valor-P es menor que 0,05, se puede afirmar que no existe diferencias estadísticamente significativas entre las medianas asociadas a los distintos tipos de vehículos con un nivel del 95,0% de confianza (**¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**).

Tabla 28. Prueba de Kruskal - Wallis para patinetes mujer según cada ubicación. (Fuente: Elaboración propia).

	Tamaño de Muestra	Rango Promedio
Calle Colón – Mujer	204	256,039
Calle Guillem de Castro – Mujer	191	253,372
Plaza del Temple – Mujer	117	262,41
Estadístico = 0,274405	Valor P = 0,871794	

La Tabla 29 muestra comparaciones por pares entre los rangos promedio de los 3 grupos. Usando el procedimiento de Bonferroni, 0 de las comparaciones son estadísticamente significantes al nivel de confianza 95,0%.

Tabla 29. Intervalos de confianza para patinetes mujer según cada ubicación. (Fuente: Elaboración propia).

Contraste	Diferencia	+/- Límites
Colón vs Guillem de Castro	2,66749	35,6608
Colón vs Plaza del Temple	-6,37104	41,0742
Guillem de Castro vs Plaza del Temple	-9,03853	41,5805

En la Figura 42 se observa que los intervalos de las 3 muestras se solapan, por tanto, se puede afirmar que no existen diferencias estadísticamente significativas para los patinetes mujer en cada ubicación con un nivel de confianza del 95%.

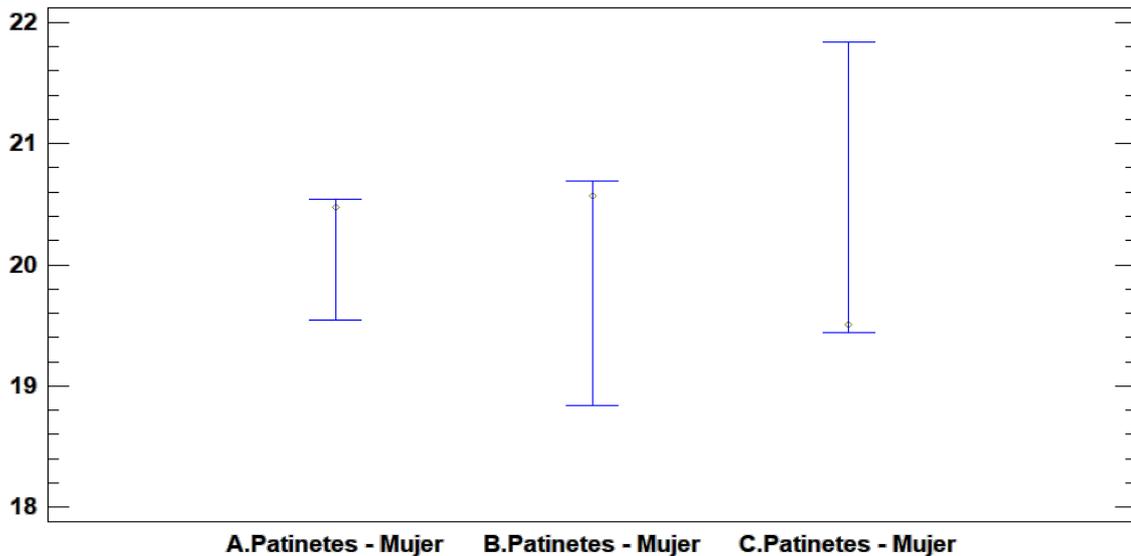


Figura 42. Gráfica de medianas para patinetes mujer según cada ubicación. (Fuente: Elaboración propia).

A continuación, se analiza el diagrama de cajas y bigotes de los patinetes conducidos por mujeres (Figura 43). Las usuarias circulan más rápido por la Calle Colón (A) y por la Calle Guillem de Castro (B) que por la Plaza del Temple (C). Aún así, se trata de una leve diferencia y se podría considerar que no influye la ubicación en la velocidad de las conductoras de patinetes. En la **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**, se puede observar el valor del primer cuartil, la mediana, el tercer cuartil, el valor mínimo y máximo de cada ubicación.

Tabla 30. Valores del diagrama de cajas y bigotes para los patinetes - mujer según cada ubicación. (Fuente: Elaboración propia).

	Número (vehículo)	Primer cuartil (km/h)	Medianas (km/h)	Tercer cuartil (km/h)	Valor mínimo (km/h)	Valor máximo (km/h)
Calle Colón	204	17,10	20,48	22,80	6,13	29,36
Calle Guillem de Castro	191	17,28	20,57	22,96	7,97	26,89
Plaza del Temple	117	17,51	19,51	21,84	10,74	29,16

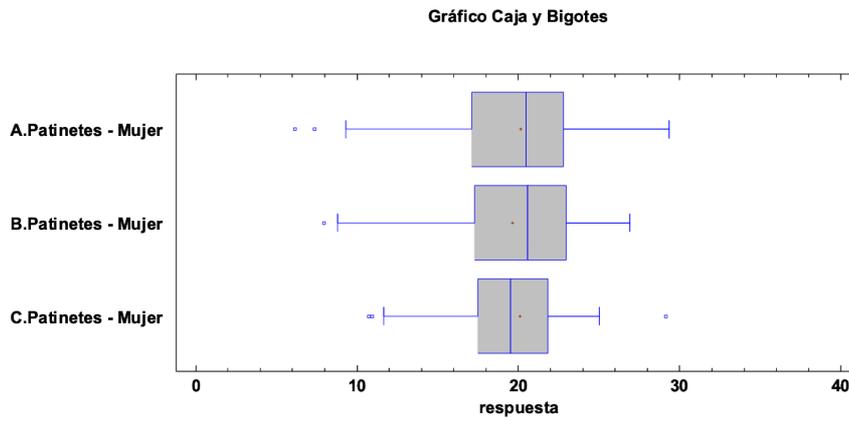


Figura 43. Diagrama de cajas y bigotes para patinetes – mujer según cada ubicación. (Fuente: Elaboración propia).

8.2.2.3 Valenbisi

En tercer y último lugar, se analizan los diagramas de cajas y bigotes de las valenbisis tanto para hombres y mujeres.

Hombre

La prueba de Kruskal-Wallis evalúa la hipótesis nula de que las medianas de las tres distribuciones de valenbisi hombre en cada ubicación estudiadas es la misma. Puesto que el valor-P es menor que 0,05, se puede afirmar que no existe diferencias estadísticamente significativas entre las medianas asociadas a los distintos tipos de vehículos con un nivel del 95,0% de confianza (**¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**).

Tabla 31. Prueba de Kruskal - Wallis para valenbisis hombre según cada ubicación. (Fuente: Elaboración propia).

	Tamaño de Muestra	Rango Promedio
Calle Colón – Hombre	73	88,1918
Calle Guillem de Castro – Hombre	59	91,0508
Plaza del Temple – Hombre	45	87,6222
Estadístico = 0,145349	P – Valor = 0,929903	

La **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.** muestra comparaciones por pares entre los rangos promedio de los 3 grupos. Usando el procedimiento de Bonferroni, 0 de las comparaciones son estadísticamente significantes al nivel de confianza 95,0%.

Tabla 32. Intervalos de confianza para valenbisis hombre según cada ubicación. (Fuente: Elaboración propia).

Contraste	Diferencia	+/- Límites
Colón vs Guillem de Castro	-2,85907	21,4747
Colón vs Plaza del Temple	0,569559	23,2488
Guillem de Castro vs Plaza del Temple	3,42863	24,2779

En la Figura 44, se puede observar que los intervalos de las 3 muestras de valenbisi hombre para cada ubicación se solapan, es decir, no existen diferencias estadísticamente significativas con un nivel de confianza del 95%.

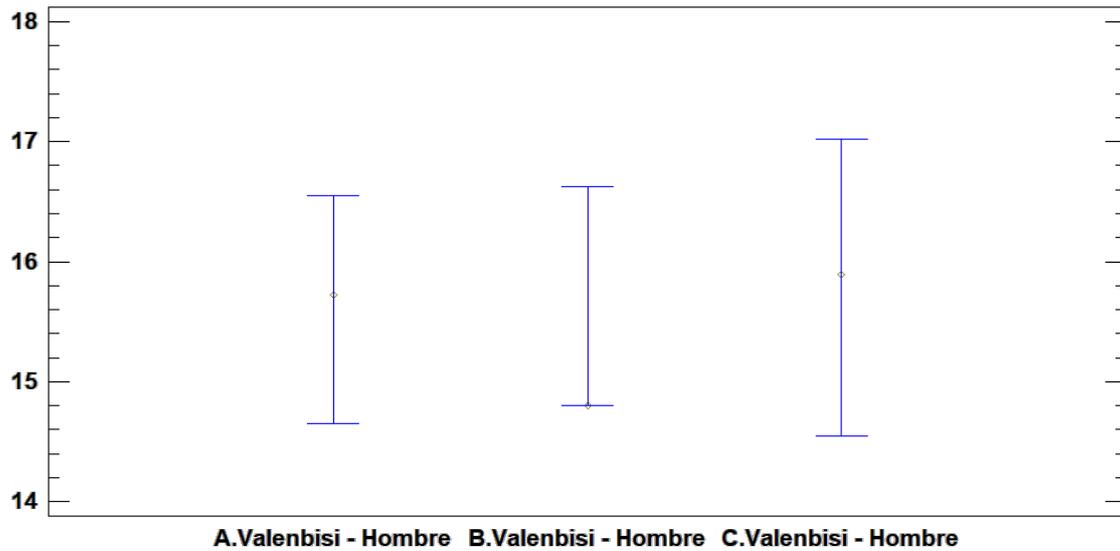


Figura 44. Gráfica de medianas para valenbisis hombre según cada ubicación. (Fuente: Elaboración propia).

Según la **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.** y Figura 45, se verifica de nuevo que no existen diferencias significativas en los valores de las medianas y cuartiles de las valenbisi conducidas por hombres según cada ubicación puesto que las medianas son muy similares.

Tabla 33. Valores del diagrama de cajas y bigotes para valenbisi - hombre según cada ubicación. (Fuente: Elaboración propia).

	Número (vehículo)	Primer cuartil (km/h)	Medianas (km/h)	Tercer cuartil (km/h)	Valor mínimo (km/h)	Valor máximo (km/h)
Calle Colón	73	13,68	15,72	17,1	10,79	22,8
Calle Guillem de Castro	59	13,80	14,80	17,28	7,96	23,04
Plaza del Temple	45	12,49	15,89	17,46	9,72	21,84

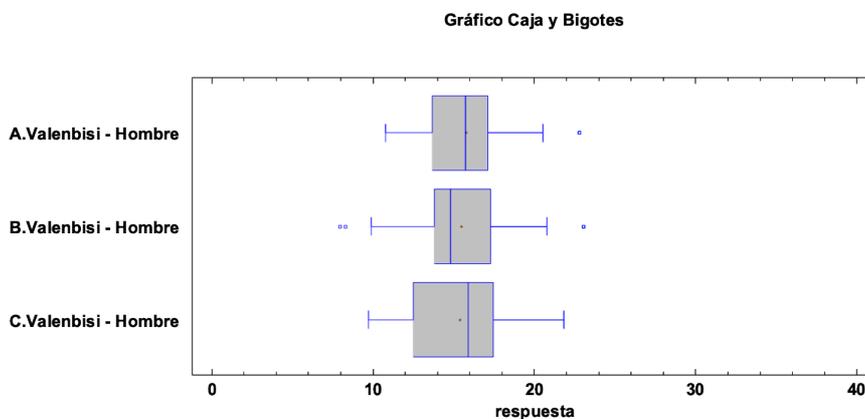


Figura 45. Diagrama de cajas y bigotes para valenbisi - hombre según cada ubicación. (Fuente: Elaboración propia).

Mujeres

La prueba de Kruskal-Wallis evalúa la hipótesis nula de que las medianas de las tres distribuciones de bicicletas mujer en cada ubicación estudiadas es la misma. Puesto que el valor-P es menor que 0,05, se puede afirmar que existe diferencias estadísticamente significativas entre las medianas asociadas a los distintos tipos de vehículos con un nivel del 95,0% de confianza (**¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**).

Tabla 34. Prueba de Kruskal - Wallis para valenbisi mujer según cada ubicación. (Fuente: Elaboración propia).

	Tamaño de Muestra	Rango Promedio
Calle Colón – Mujer	76	74,0395
Calle Guillem de Castro – Mujer	48	66,7917
Plaza del Temple – Mujer	26	95,8462
Estadístico = 7,73047	Valor P = 0,020958	

En la Figura 46, se observa como los intervalos de la valenbisi mujer en la Calle Colón y la Calle Guillem de Castro se solapan. Eso significa que no existen diferencias estadísticamente significativas con un nivel de confianza del 95%. Sin embargo, el intervalo de la Plaza del Temple, no se solapa nada con las dos anteriores, por tanto, sí que existen diferencias estadísticamente significativas con un nivel de confianza del 95%.

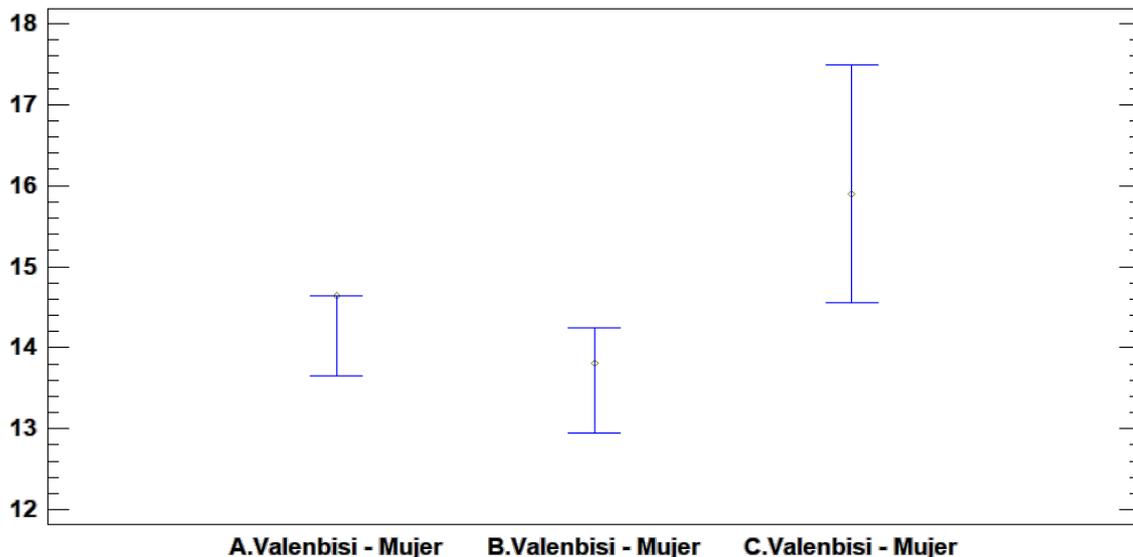


Figura 46. Gráfica de medianas para valenbisi mujer según cada ubicación. (Fuente: Elaboración propia).

Por último, se analiza el diagrama de cajas y bigotes de las valenbisi conducidas por mujeres. Según se puede observar en la Figura 47, las usuarias circulan a más velocidad por la Plaza del Temple (C), lo que podría deberse al gran tramo que existe de un semáforo a otro y por la

inexistencia de interacción con el entorno. En la **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**, se insertan los valores del primer cuartil, mediana, tercer cuartil, valor mínimo y valor máximo necesarios para representar el diagrama.

Tabla 35. Valores del diagrama de cajas y bigotes para las valenbisis - mujeres según cada ubicación. (Fuente: Elaboración propia).

	Número (vehículo)	Primer cuartil (km/h)	Medianas (km/h)	Tercer cuartil (km/h)	Valor mínimo (km/h)	Valor máximo (km/h)
Calle Colón	76	12,81	14,65	15,76	9,31	19,88
Calle Guillem de Castro	48	12,19	13,81	14,80	9,74	18,83
Plaza del Temple	26	14,03	15,89	17,98	8,20	21,84

Gráfico Caja y Bigotes

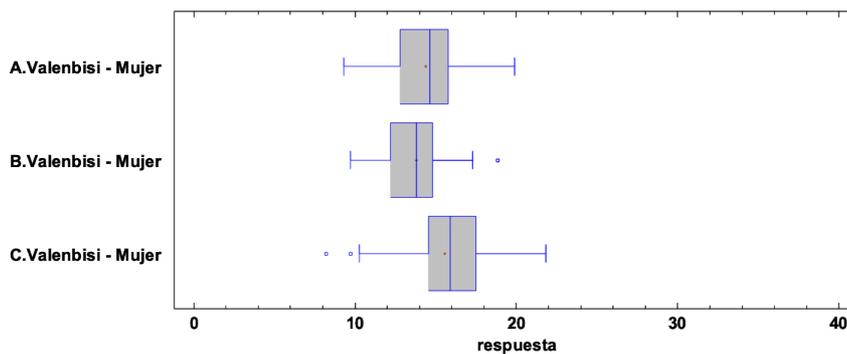


Figura 47. Diagrama de cajas y bigotes para las valenbisis - mujeres según cada ubicación. (Fuente: Elaboración).

8.3 Cumplimiento de la normativa

En este apartado se mostrarán las gráficas de Densidad - Velocidad observadas para cada tipología de usuario (bicicleta, patinete y valenbisi) diferenciando entre hombres y mujeres, y según la localización. También se indicará qué porcentaje incumple la velocidad límite.

Según el Artículo 33 de la Ordenanza Municipal de Valencia (ORDENANZA_DE_MOVILIDAD_2022, s. f.) *“Las bicicletas circularán preferentemente por los carriles bici segregados de la calzada, en caso de estar disponibles, a una velocidad adecuada, sin superar los 20 km/h”*. Para poder visualizar los usuarios que incumplen la velocidad límite se ha representado una línea vertical roja en la velocidad 20 km/h para indicar que los usuarios que sobrepasen esa línea estarán incumpliendo la normativa. Para distinguir cada tipo usuario se ha representado cada uno con un color diferente.

8.3.1 Calle Colón

El usuario que más incumple la velocidad es el patinete ya que es el VMP que alcanza más velocidad sin esfuerzo físico seguido de la bicicleta privada y por último el usuario de valenbisi. Si se analiza con más detalle, son los hombres los que más incumplen la velocidad límite con un 73% del total de patinetes hombre, seguido de las mujeres con 57% del total de patinetes mujer (Figura 48). Las bicicletas hombres incumplen un 25% y las mujeres un 11%, mientras que las valenbisi hombre un 14%. Por último, hay que destacar que las mujeres que utilizan valenbisi, no incumplen absolutamente nada la velocidad límite.

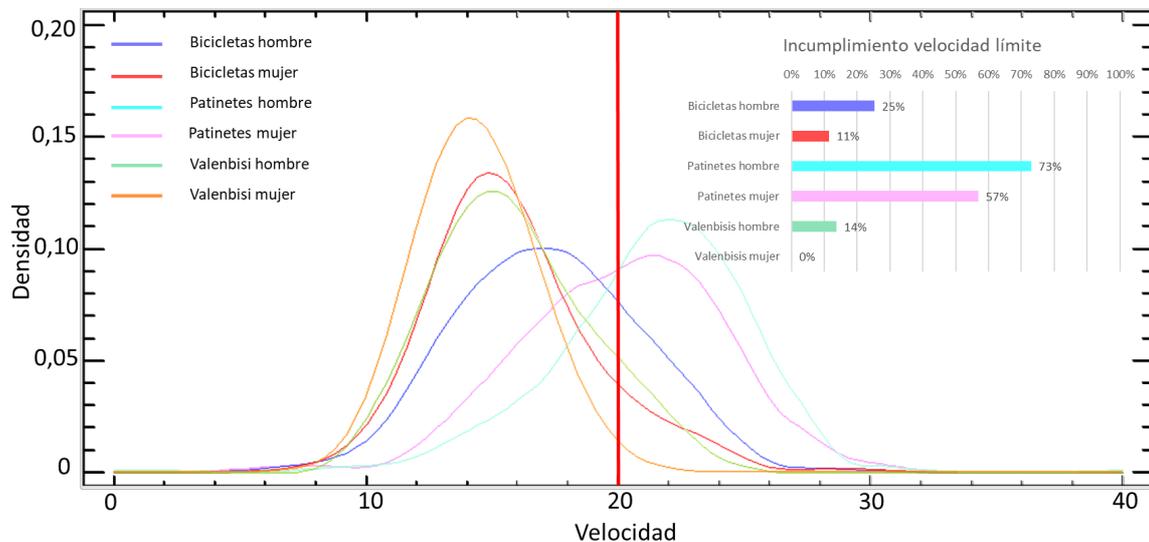


Figura 48. Incumplimiento velocidad límite: Calle Colón. (Fuente: Elaboración propia).

8.3.2 Calle Guillem de Castro

En cuanto al porcentaje de incumplimiento de la velocidad límite, se vuelve a observar de nuevo que los usuarios que más incumplen la Ordenanza Municipal son los usuarios que circulan con patinete, con un porcentaje de 66% los hombres y un 52% las mujeres (Figura 49). Las bicicletas hombre lo incumplen un 26% mientras que las mujeres un 12%. En cuanto a las valenbisi tan solo un 5% incumple la velocidad límite. Por último, como ocurría en la Calle Colón, hay que destacar que las usuarias que circulan con valenbisi no incumplen absolutamente nada la velocidad límite de 20 km/h.

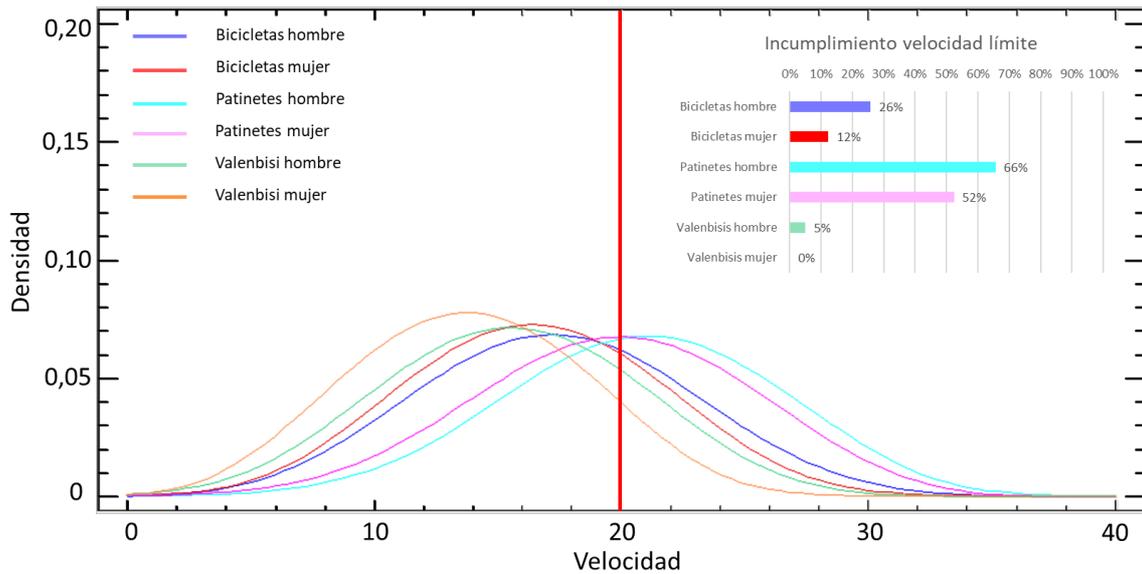


Figura 49. Incumplimiento velocidad límite: Calle Guillem de Castro (Fuente: Elaboración propia).

8.3.3 Plaza del Temple

Por último, hay que señalar que los usuarios que más incumplen la velocidad límite vuelven a ser los hombres que circulan con patinete (53%), seguidos de las mujeres (49%). Las bicicletas hombre incumplen la velocidad límite en un 28% y las mujeres en un 14%. Por último, los hombres que circulan con valenbisi tan solo la incumplen en un 2%. De igual modo, las mujeres usuarias de valenbisi no incumplen en ningún momento la velocidad límite (Figura 50).

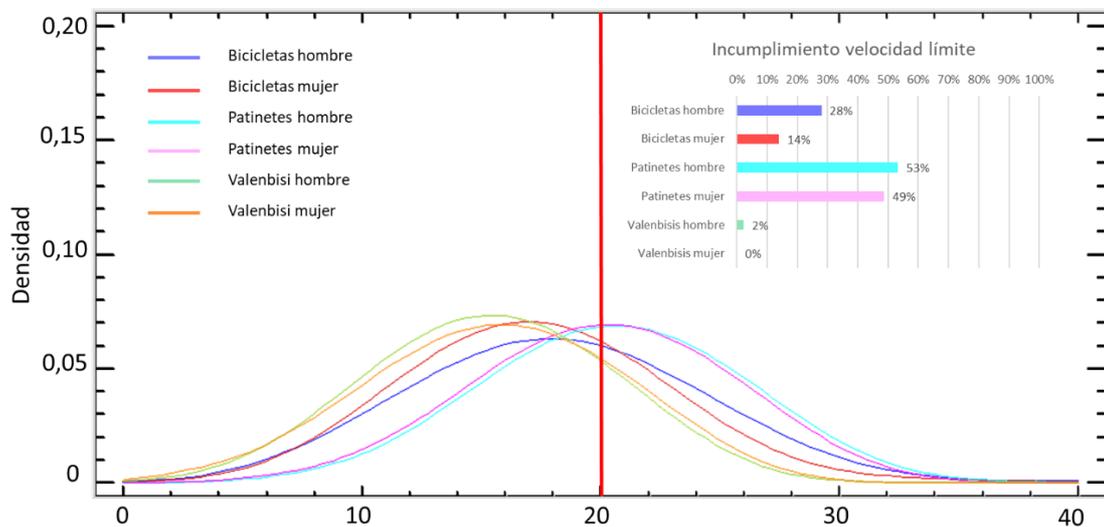


Figura 50. Incumplimiento velocidad límite: Plaza del Temple (Fuente: Elaboración propia)

En conclusión, el vehículo que más incumple la velocidad límite es el patinete, seguido de la bicicleta y por último la valenbisi. Además, los hombres incumplen más la velocidad límite que las mujeres. Y las usuarias de valenbisi no la incumplen nunca.

8.4 Intensidad

La intensidad se define como el número de vehículos que atraviesan una sección transversal por unidad de tiempo.

Para el análisis de la intensidad del Anillo Ciclista de Valencia se han considerado distintos intervalos de tiempo para poder visualizar en las gráficas el momento valle y punta. Los rangos de tiempo son: 5 minutos (Figura 51, Figura 52 y Figura 53), 15 minutos (Figura 54, Figura 55 y Figura 56) y 30 minutos (Figura 57, Figura 58 y Figura 59)

8.4.1 Calle Colón

En los primeros minutos de la toma de datos en la Calle Colón se registró un aumento paulatino de la intensidad hasta llegar al primer momento punta, que se dio entre las 08:50h y las 08:55h, coincidiendo con la hora de entrada al trabajo. Como se puede ver en la Figura 51 se da el mismo número de bicicletas que de patinetes con un total de 25 usuarios cada uno. El número de usuarios que circulan con Valenbisi es muy inferior con un total de 8. Después va disminuyendo poco a poco hasta llegar el momento valle que se da a las 10:05h – 10:10h. A continuación, se vuelve a dar otro momento punta a las 10:35h– 10:40h, que según se pudo observar en campo coincide con tours turísticos que visitan la ciudad en bicicleta. Es por esto que los turistas no buscan un VMP que sea rápido como el patinete sino un medio de transporte como la bicicleta para poder visitar la ciudad con más comodidad. Además, cuando se trata de una familia con niños, la bicicleta es la mejor opción ya que éstos no pueden conducir patinetes y no disponen de varios tamaños que se adapten a la altura de los más pequeños como las bicicletas.

8.4.2 Calle Guillem de Castro

A continuación, se analiza la intensidad en la Calle Guillem de Castro (Figura 52). Se vuelve a observar mayor intensidad en las horas de entrada tanto al trabajo como al colegio, es decir, entre las 07:45h y las 08:00h. Además, de 07:45h a 07:50h hay mayor intensidad de bicicletas que de patinetes, con un total de 33 frente a 15, respectivamente. Después disminuye la intensidad, hasta llegar el momento valle 08:05h – 08:10h debido a que muchos de los usuarios del carril bici ya habrán llegado a sus destinos. A continuación, va aumentando lentamente hasta llegar de nuevo a un momento pico, a las 08:55h – 09:00h donde también hay más número de bicicletas que de patinetes como en el momento punta anterior. En este momento también aparecen más usuarios que circulan con Valenbisi siendo un total de 6.

8.4.3 Plaza del Temple

Por último, se analiza la Figura 53 con ubicación en la Plaza del Temple. Como en los lugares anteriores, se da el momento punta cuando la población entra al trabajo o al colegio. Por tanto, en los momentos 08:40h – 08:45h y 08:55h – 09:00h se observan las máximas intensidades, pero en el primer pico se observa que hay más usuarios que circulan con bicicleta que con patinete. Sin embargo, en la siguiente hora punta, hay más usuarios que utilizan patinete con un total de 18 frente a 13 usuarios que circulan con bicicleta. Después disminuye la intensidad siendo el momento valle a las 10:45h – 10:50h.

En conclusión, se observa mayores intensidades en los momentos de entrada al trabajo o colegio en las tres localizaciones. Sin embargo, en Colón vuelve a darse un pico de intensidad sobre las



10:40h – 10:45h de la mañana. A partir de ese punto, comienzan a oscilar las intensidades hasta llegar a momentos valle.

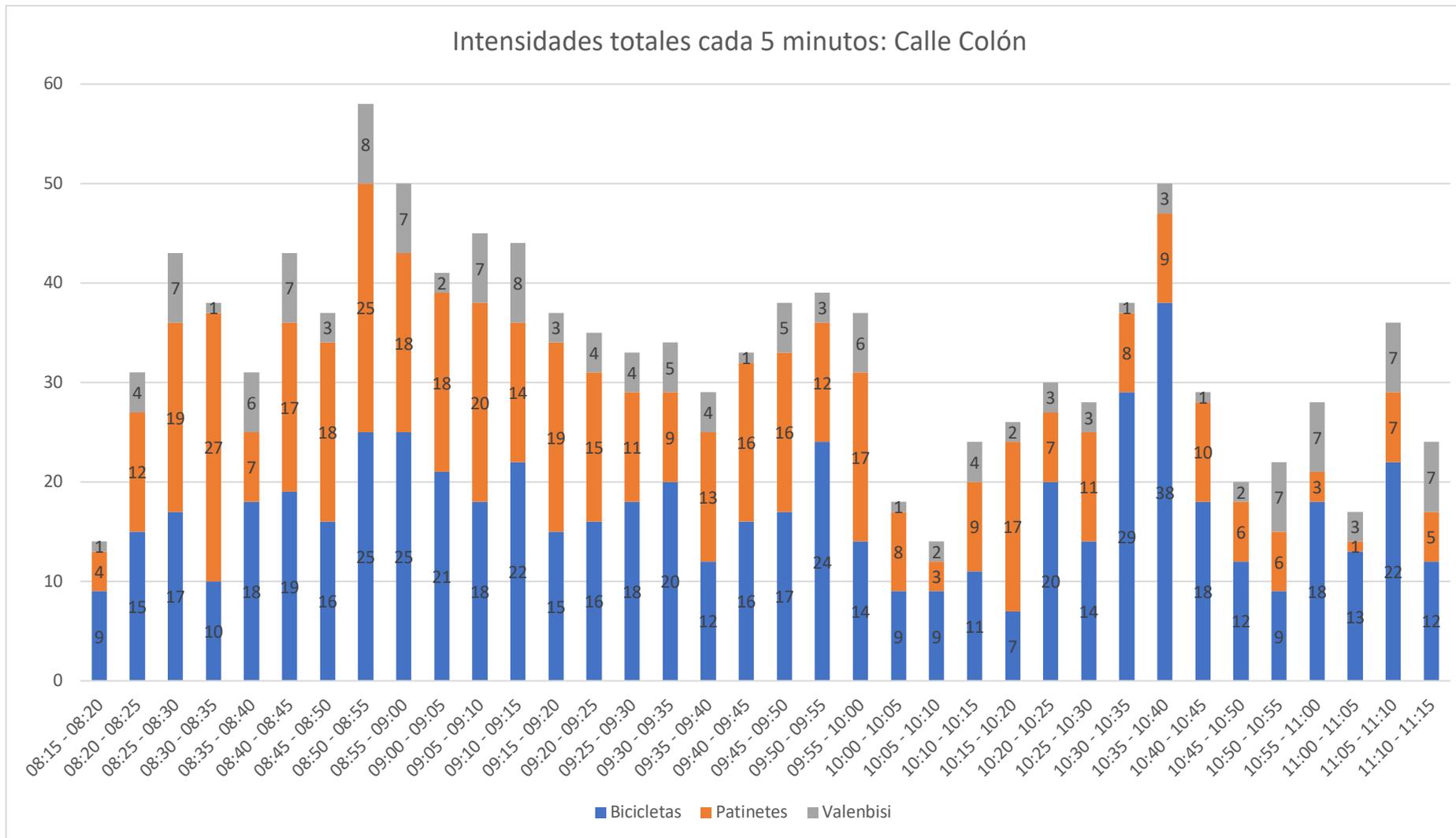


Figura 51. Intensidades totales cada 5 minutos: Calle Colón. (Fuente: Elaboración propia).

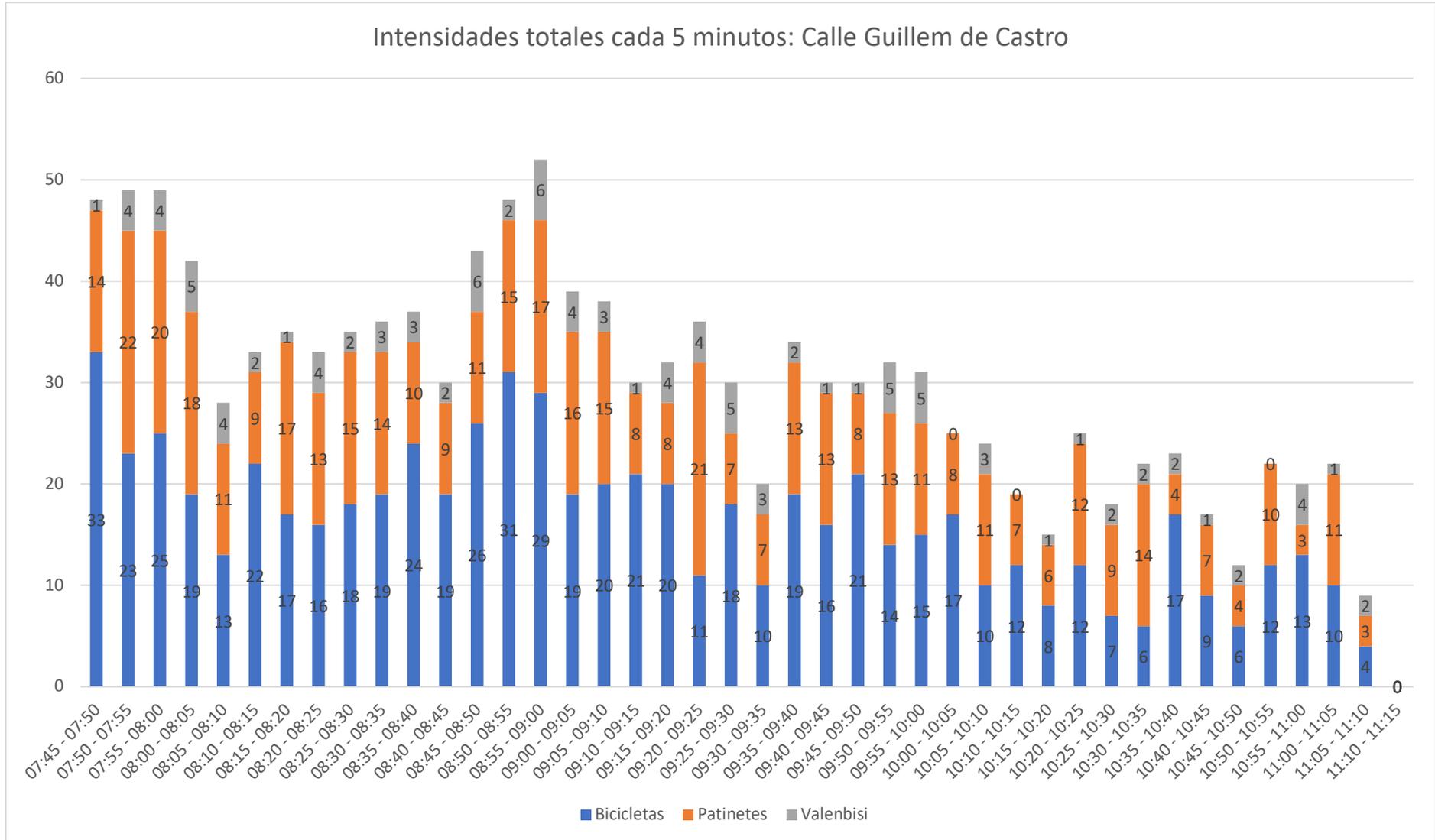


Figura 52. Intensidades totales cada 5 minutos: Calle Guillem de Castro. (Fuente: Elaboración propia).

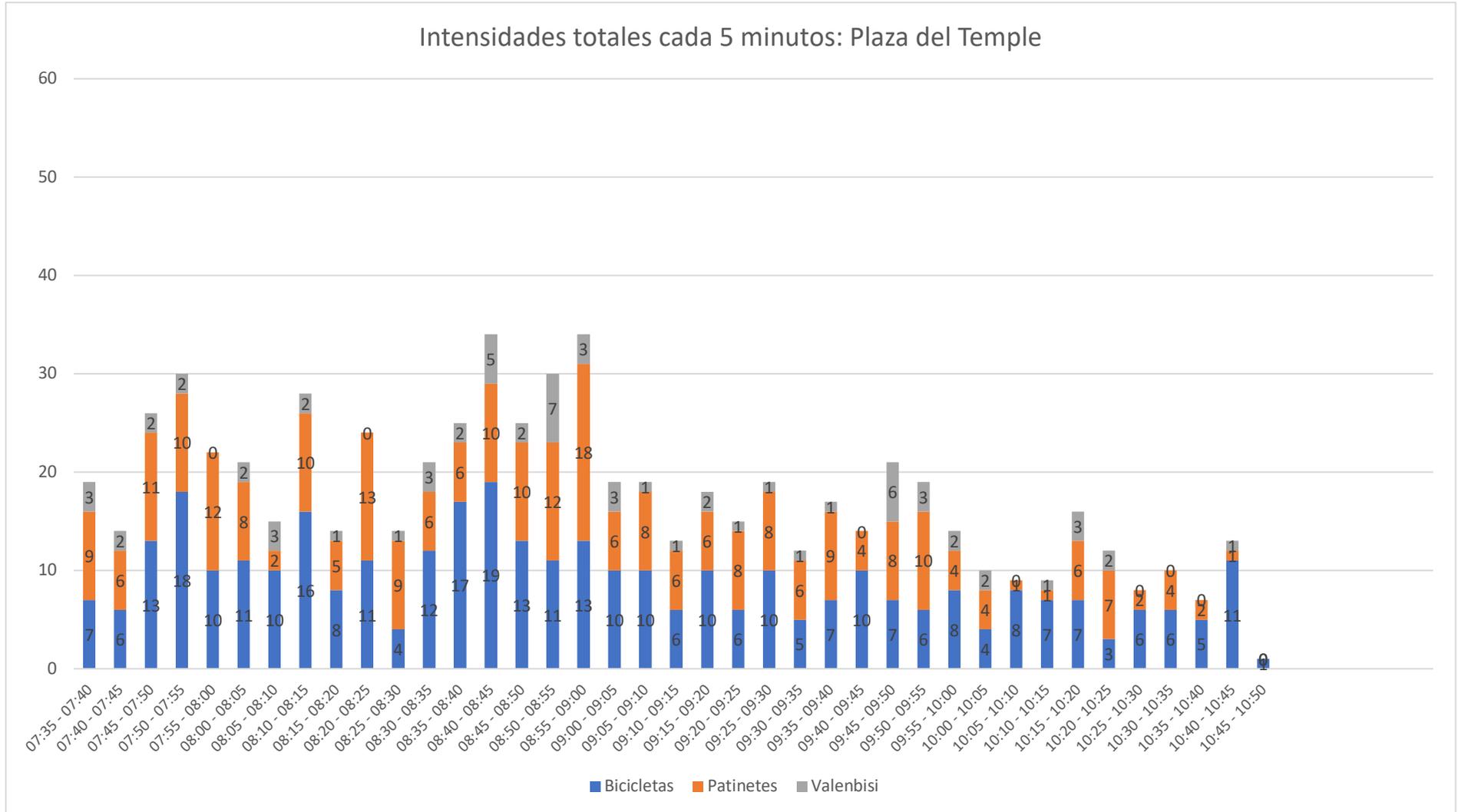


Figura 53. Intensidades totales cada 5 minutos: Plaza del Temple. (Fuente: Elaboración propia)

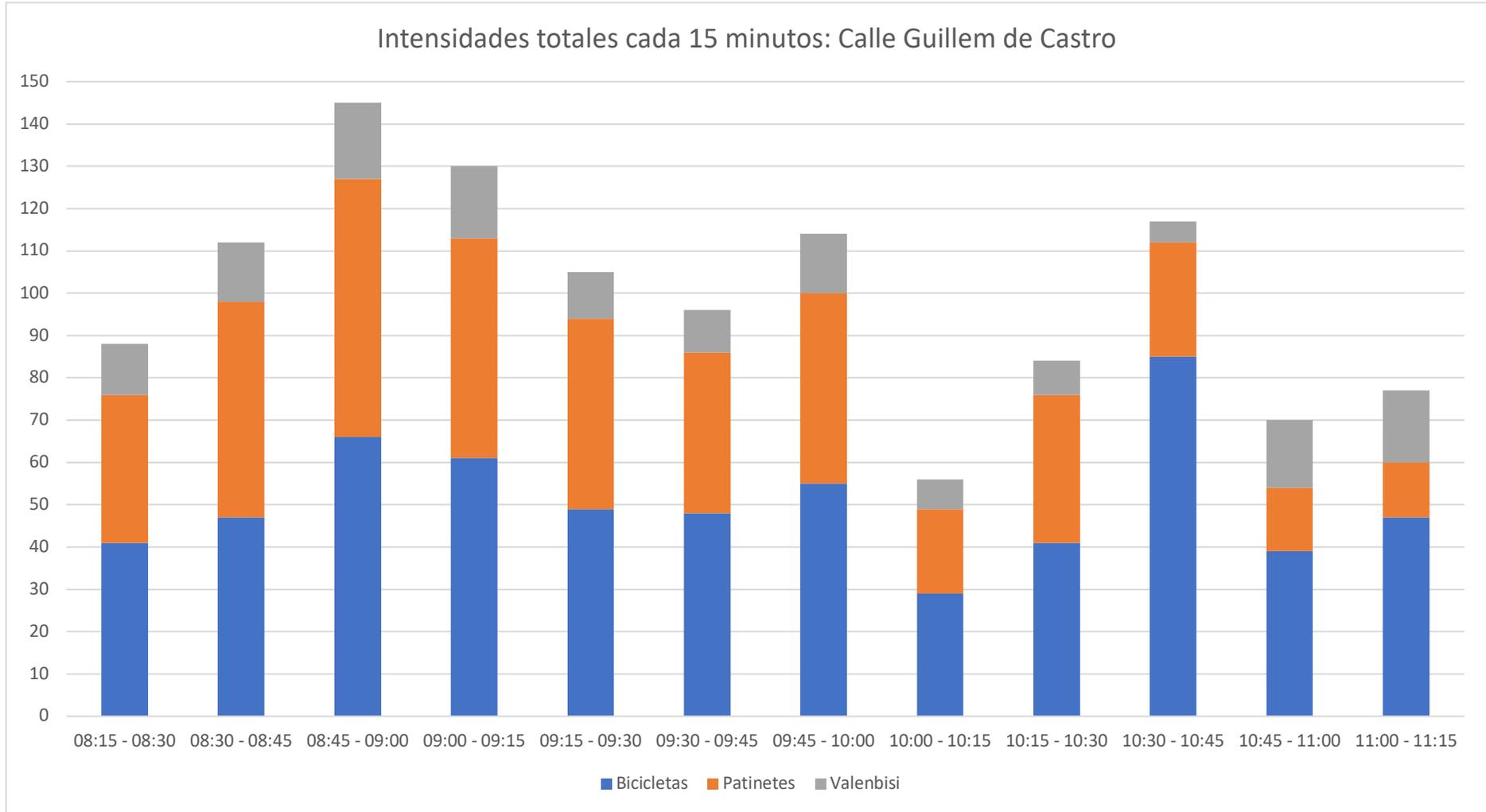


Figura 54. Intensidades totales cada 15 minutos: Calle Colón. (Fuente: Elaboración propia).

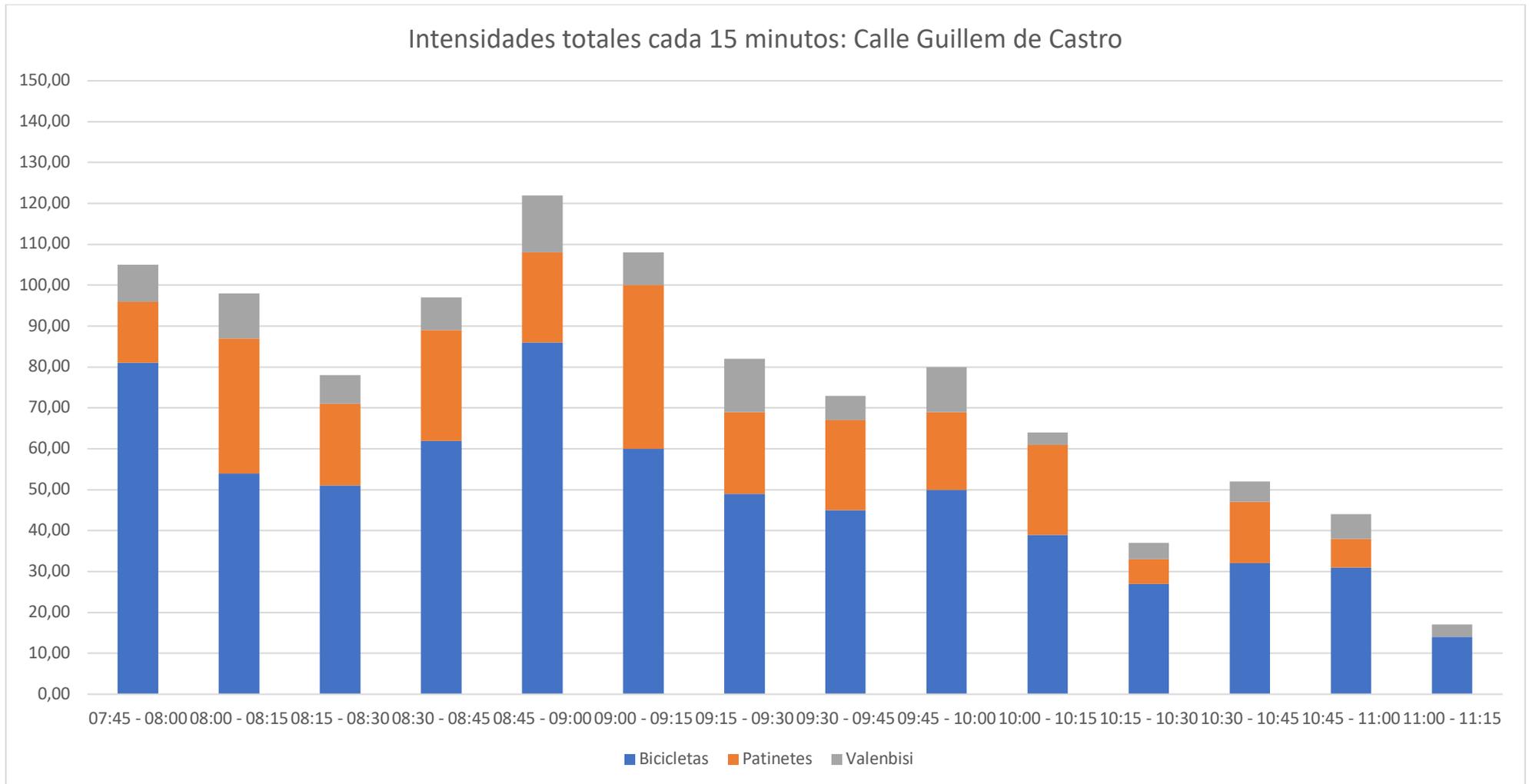


Figura 55. Intensidades totales cada 15 minutos: Calle Guillem de Castro. (Fuente: Elaboración propia).

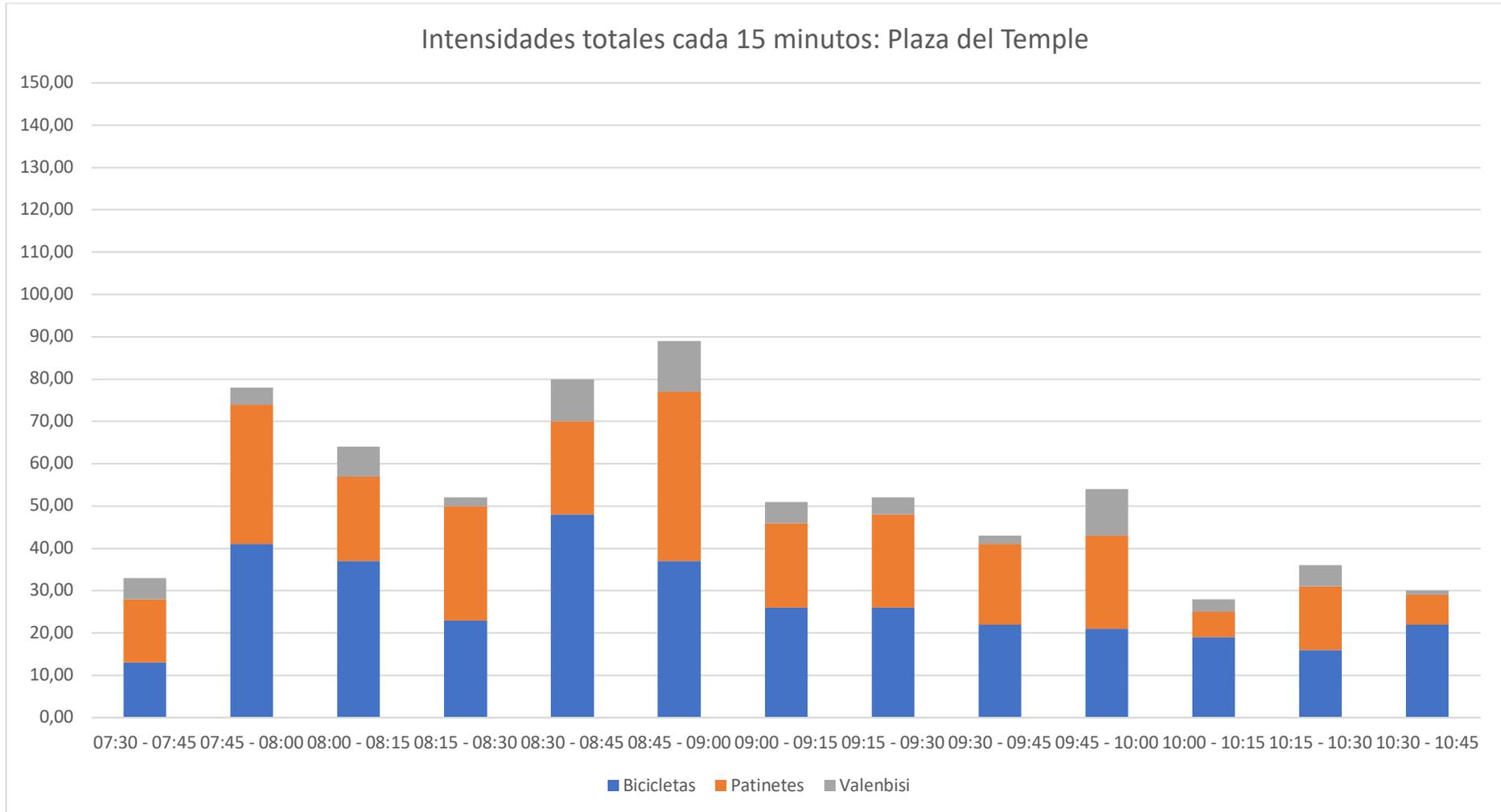


Figura 56. Intensidades totales cada 15 minutos: Plaza del Temple. (Fuente: Elaboración propia).

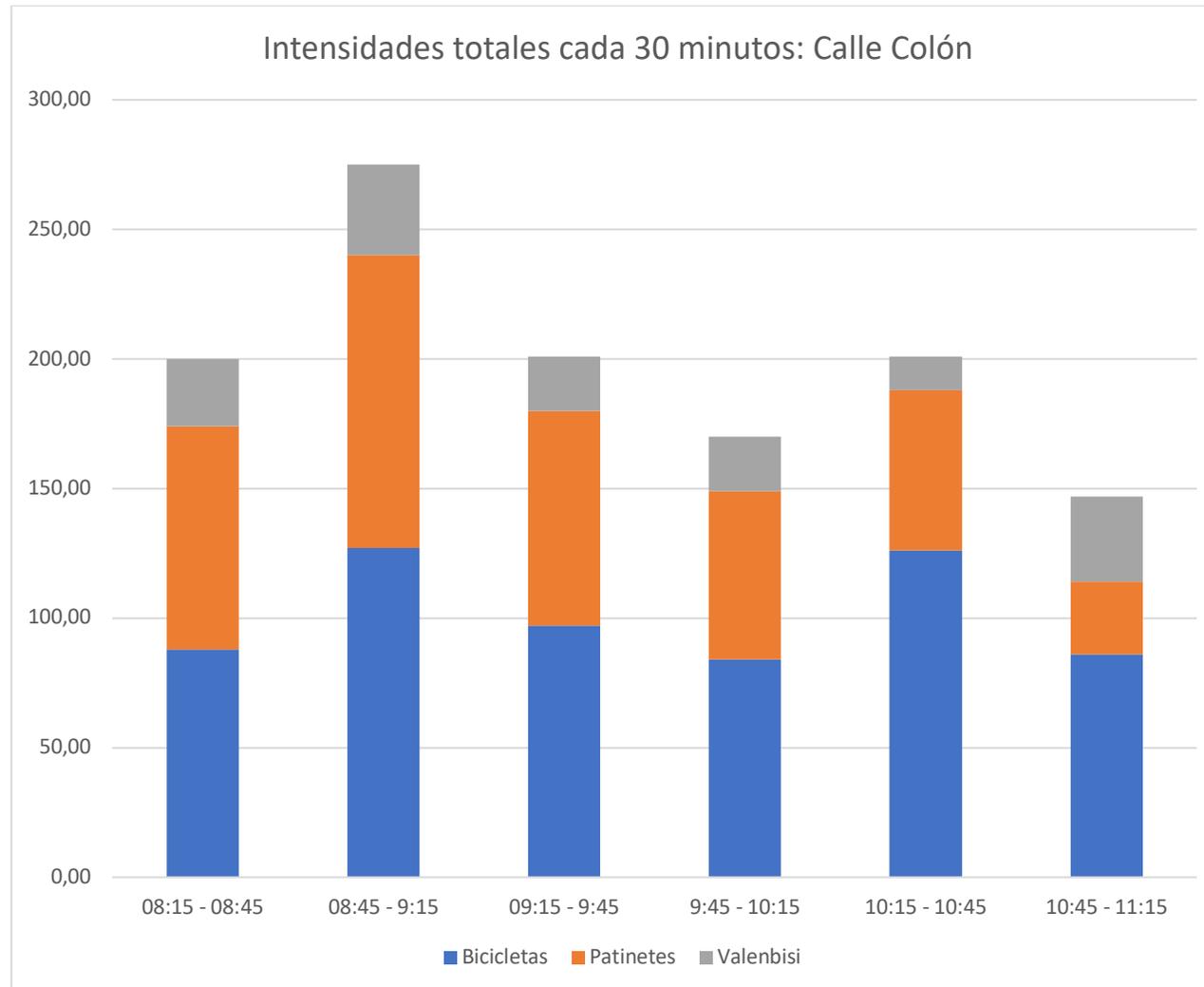


Figura 57. Intensidades totales cada 30 minutos: Calle Colón. (Fuente: Elaboración propia).

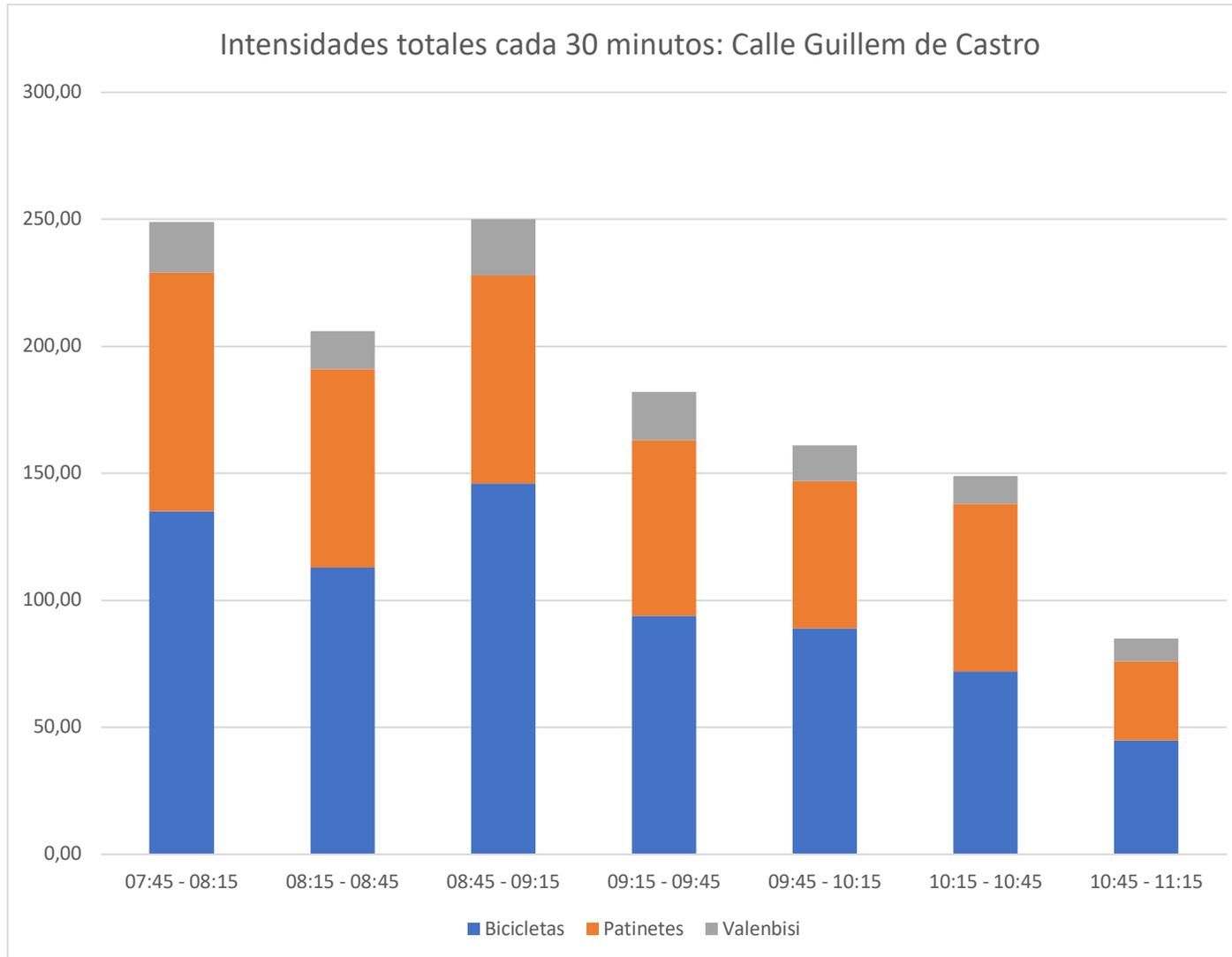


Figura 58. Intensidades totales cada 30 minutos: Calle Guillem de Castro. (Fuente: Elaboración propia).

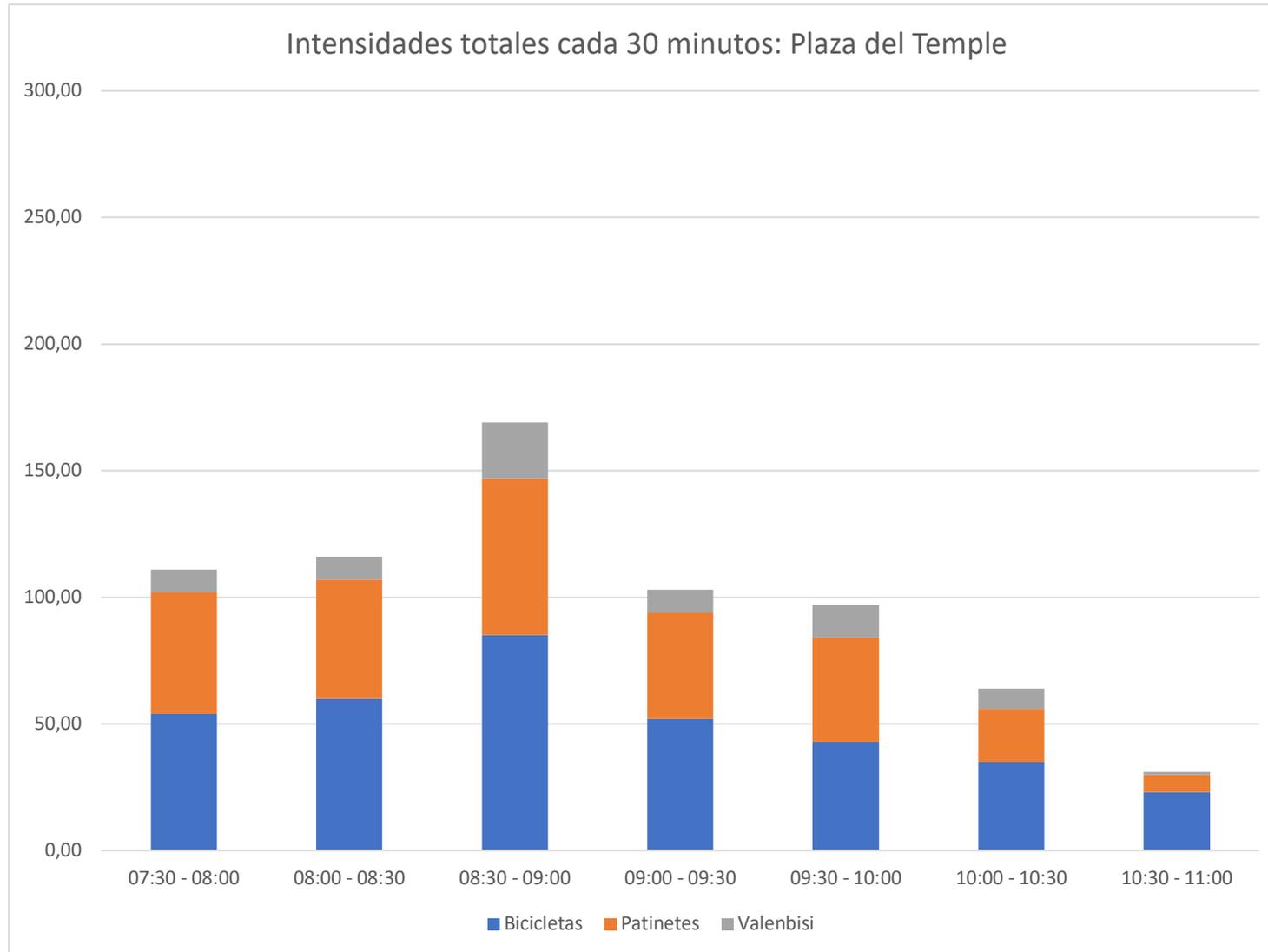


Figura 59. Intensidades totales cada 30 minutos: Plaza del Temple. (Fuente: Elaboración propia).

8.5 Capacidad

La capacidad de una vía es la máxima intensidad que pueda atravesar una sección dada de vía o absorber un determinado elemento viario, expresado en vehículos/hora. Depende de las características de la vía, las características del tráfico y las condiciones meteorológicas.

La velocidad máxima que se corresponde con la velocidad en flujo libre se da cuando la intensidad es nula. La velocidad siempre va decreciendo, de manera que cuando la intensidad es máxima, se alcanza la velocidad mínima en flujo no saturado. En dicho punto, se alcanza la capacidad de la vía (Figura 60).

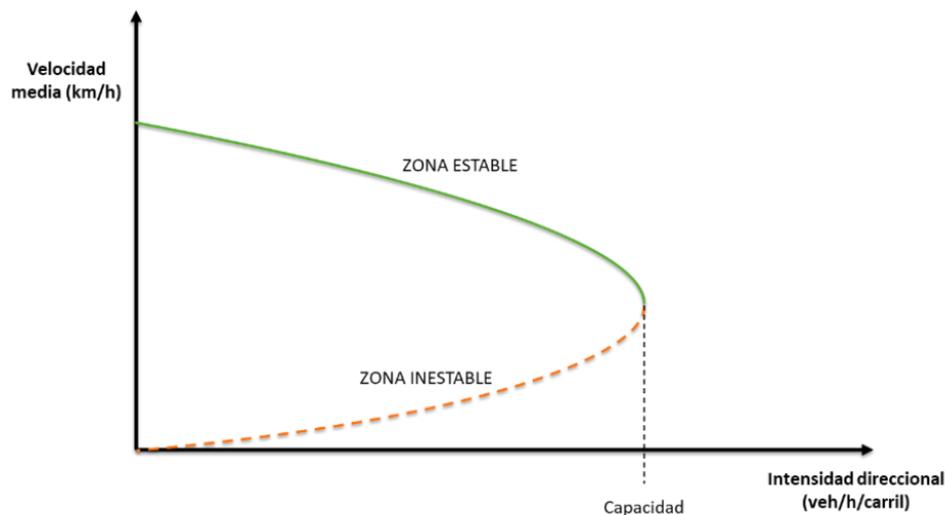


Figura 60. Gráfica Velocidad/Intensidad.

Además, se puede diferenciar dos zonas en la Figura 60. La zona estable se da cuando la velocidad es libremente elegida por el conductor bajo condiciones de circulación libre y segura. Y la zona inestable, donde los conductores conducen a una velocidad reducida y regulada por los vehículos precedentes.

Aunque este término no hace referencia a vías como son los carriles bici, se va a hacer una equivalencia y se va a estudiar la capacidad en los puntos del Anillo Ciclista analizados: Calle Colón, Calle Guillem de Castro y Plaza del Temple.

Para ello, se van a analizar las gráficas Velocidad/Intensidad en ambos sentidos de circulación, con el objetivo de determinar si la vía estudiada ha alcanzado su capacidad máxima y es necesario realizar una ampliación de ésta para dotar de una mayor fluidez al tráfico o, por el contrario, si todavía no ha alcanzado su capacidad y no es necesario realizar ninguna modificación en el diseño de la vía.

8.5.1 Calle Colón

En primer lugar, se analiza la gráfica Velocidad/Intensidad en la Calle Colón. Como se puede observar (Figura 61), tanto el sentido creciente de la vía como el decreciente tiene una tendencia constante que coincide con la zona estable. Además, no se alcanza la capacidad y se considera que la circulación es estable.

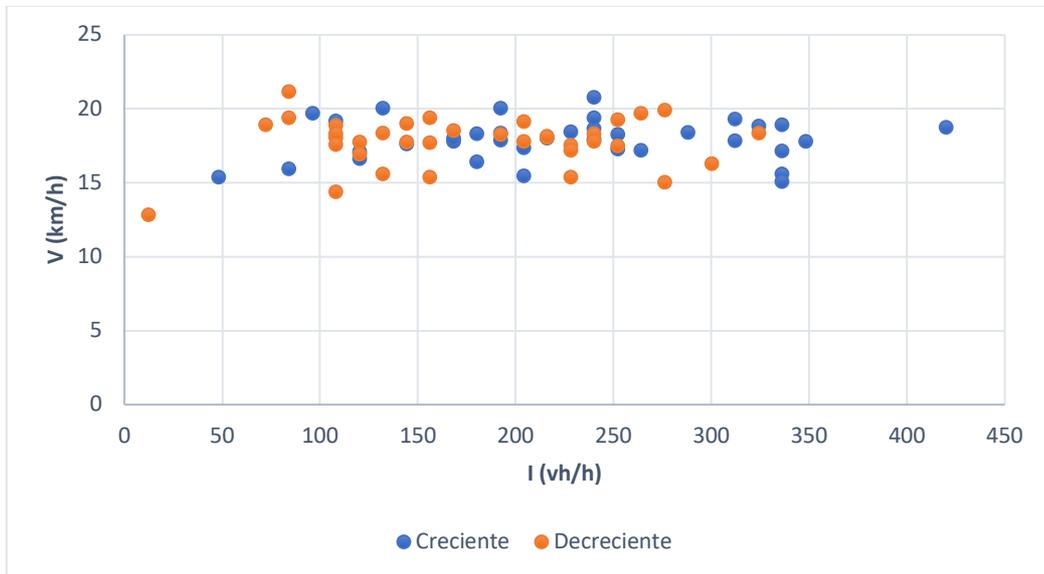


Figura 61. Gráfica Velocidad/Intensidad en Calle Colón. (Fuente: Elaboración propia).

8.5.2 Calle Guillem de Castro

A continuación, se analiza la gráfica en la Calle Guillem de Castro. En la Figura 62, se observa de nuevo que tanto el sentido creciente como el decreciente siguen una tendencia constante y que no se alcanza la capacidad de la vía. Por tanto, se da una circulación estable en la que el propio conductor adapta su velocidad en condiciones de seguridad.

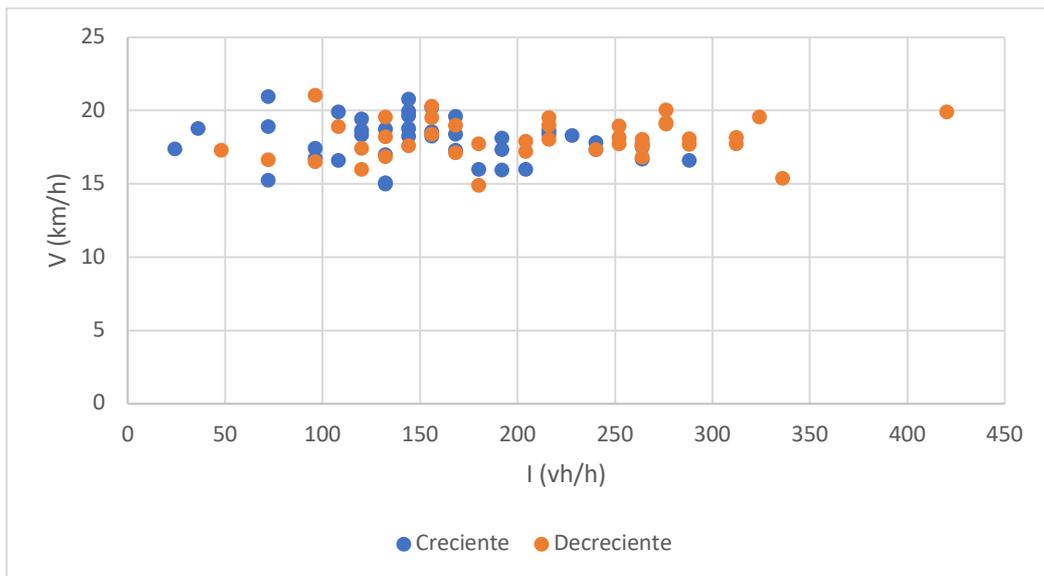


Figura 62. Gráfica Velocidad/Intensidad en Calle Guillem de Castro. (Fuente: Elaboración propia).

8.5.3 Plaza del Temple

Por último, en la Plaza del Temple se repite la situación que en las dos localizaciones anteriores. Tanto en sentido creciente como decreciente del carril bici se observa una tendencia constante y no se alcanza la capacidad de la vía. Por tanto, se puede definir como una circulación estable en condiciones de seguridad (Figura 63).

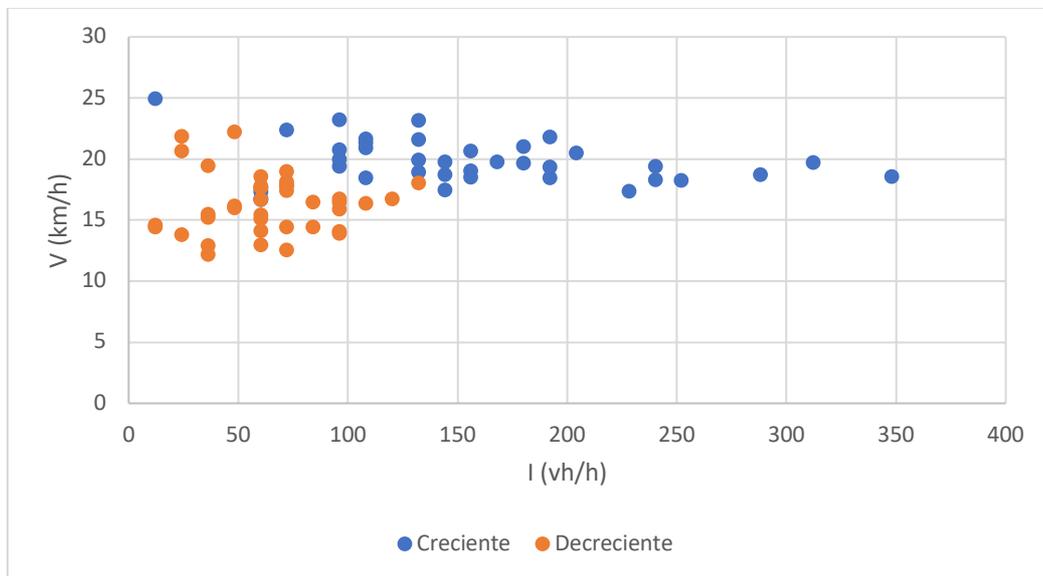


Figura 63. Gráfica Intensidad/Velocidad en la Plaza del Temple. (Fuente: Elaboración propia).

8.6 Intervalo y espaciamento

En el siguiente apartado se va a analizar, en las tres ubicaciones del Anillo Ciclista, el intervalo y el espaciamento entre usuarios del carril bici, conociendo así qué usuario presenta un mayor margen de seguridad. Se ha estudiado también en ambos sentidos de circulación del carril bici y se ha seguido el formato que se presenta en la Tabla 36.

Tabla 36. Resumen del formato escogido en las gráficas de Intervalos y Distancia. (Fuente: Elaboración propia).

Sentido Creciente		Sentido Decreciente	
Hombre	Mujer	Hombre	Mujer
Azul	Rosa	Verde	Morado

Para poder llevar a cabo el estudio, se ha hecho uso de los percentiles, tanto del intervalo -tiempo entre un usuario y su precedente- como del espaciamento -distancia entre un usuario y su precedente-. El percentil es una medida de posición usada en estadística que indica, una vez ordenados los datos de menor a mayor, el valor de la variable por debajo del cual se encuentra un porcentaje dado de observaciones en un grupo. Además, se ha representado los principales percentiles estadísticos: 25%, 50% y 75%,

8.6.1 Calle Colón

Se comienza el análisis del intervalo en el sentido creciente del carril bici en Calle Colón (Figura 64). El 25% de las mujeres dejan un intervalo de tiempo con el usuario que les precede inferior a 1,5 segundos, sin embargo, los hombres dejan un valor inferior de 2 segundos. En el carril decreciente, tanto hombres como mujeres dejan un valor inferior a 2 segundos. Por lo tanto, los hombres en el sentido creciente dejan más intervalo y se podrían anticipar mejor a los obstáculos que aparezcan en el carril.

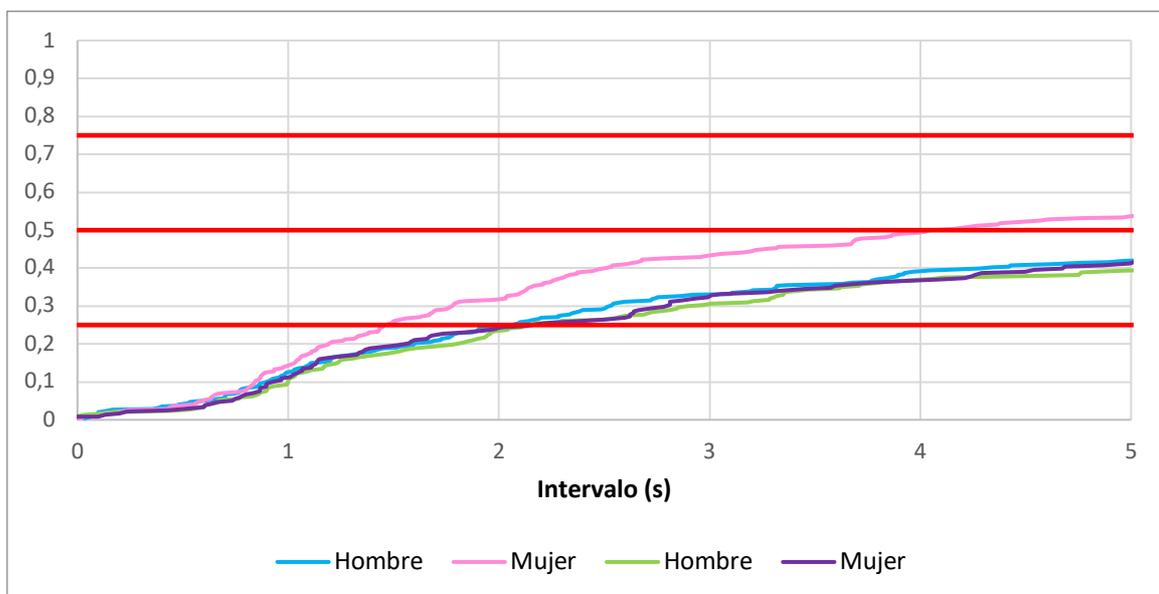


Figura 64. Gráfica percentil - Intervalo en Calle Colón. (Fuente: Elaboración propia).

De la misma manera, si se analiza la Figura 65, se llega a la misma conclusión. En el sentido creciente, el 25% de las mujeres dejan una distancia de seguridad inferior a 6,7 metros, mientras que los hombres menos de 10 metros. En el sentido decreciente, los hombres y las mujeres dejan un espaciamiento inferior a 10 metros.

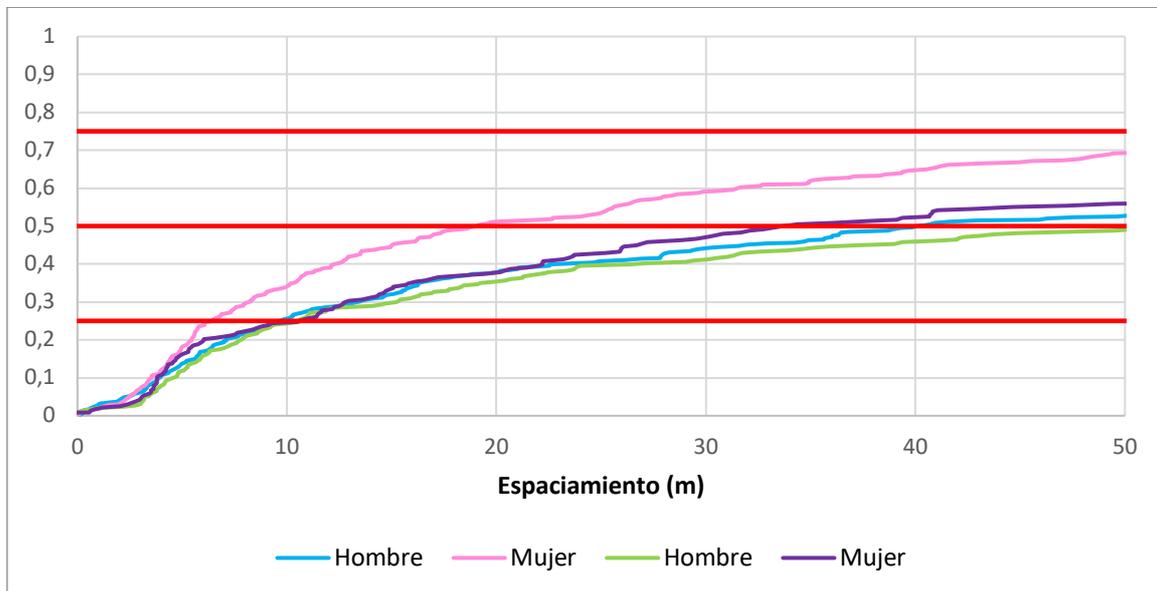


Figura 65. Gráfica percentil - Espaciamiento en Calle Colón. (Fuente: Elaboración propia).

8.6.2 Guillem de Castro

A continuación, se analiza el percentil del intervalo para la Calle Guillem de Castro (Figura 66). En el sentido creciente y decreciente, se puede observar que el 25% de hombres y mujeres dejan el mismo intervalo de tiempo con un valor aproximado inferior 2,5 segundos. Sin embargo, en el sentido creciente, el 50% de mujeres dejan un intervalo inferior a 7 segundos mientras que los hombres y el sentido decreciente un valor inferior a 10 segundos.

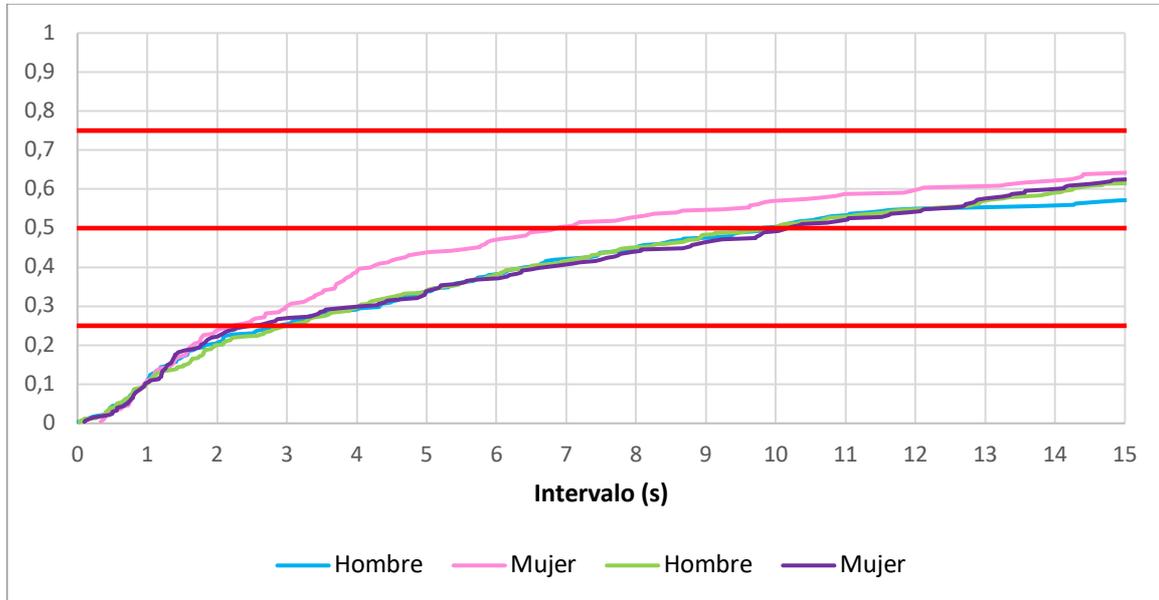


Figura 66. Gráfica percentil – Intervalo en Calle Guillem de Castro. (Fuente: Elaboración propia).

En la **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.** se observa que el 25% de mujeres dejan un espaciamento inferior a 12 metros. Sin embargo, los hombres dejan un espaciamento inferior a 14 metros (Figura 67).

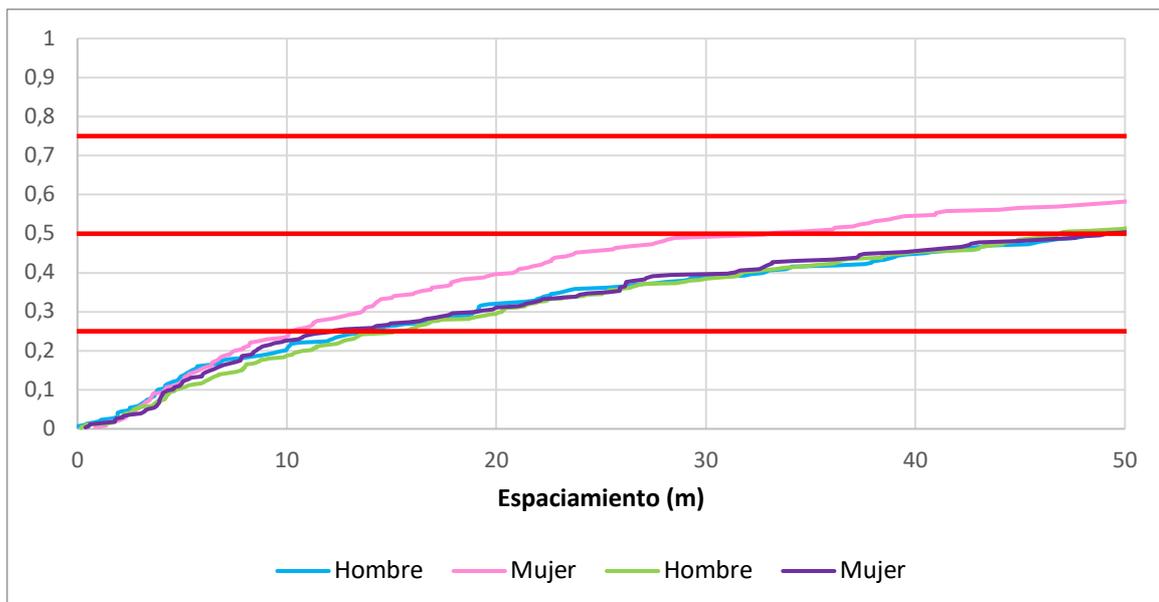


Figura 67. Gráfica percentil – Espaciamento en Calle Guillem de Castro. (Fuente: Elaboración propia).

8.6.3 Plaza del Temple

Por último, se analiza el percentil del intervalo en la Plaza del Temple. En cuanto al sentido creciente, el 25% de hombres y mujeres dejan un intervalo inferior a 4,5 segundos. En el sentido decreciente, el 25% de las mujeres dejan un intervalo inferior a 6,5 segundos mientras que los hombres dejan un intervalo inferior a 12 segundos. Por tanto, se podría considerar que las mujeres son más inseguras circulando por el sentido decreciente del carril bici (Figura 68).

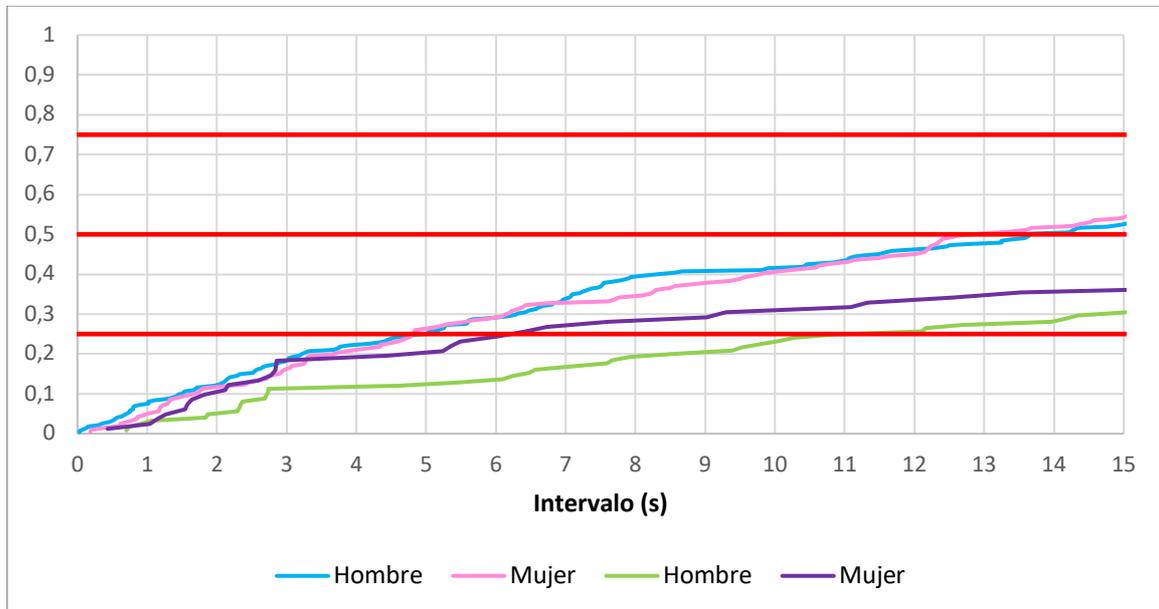


Figura 68. Gráfica percentil – Intervalo en Plaza del Temple. (Fuente: Elaboración propia).

En cuanto a la distancia de seguridad, en el sentido creciente, se observa que el 25% de hombres y mujeres dejan una distancia inferior de 26 metros aproximadamente. En cambio, en el sentido decreciente, el 25% de las mujeres dejan un valor inferior a 26 metros mientras que los hombres un valor inferior a 50 metros (Figura 69).

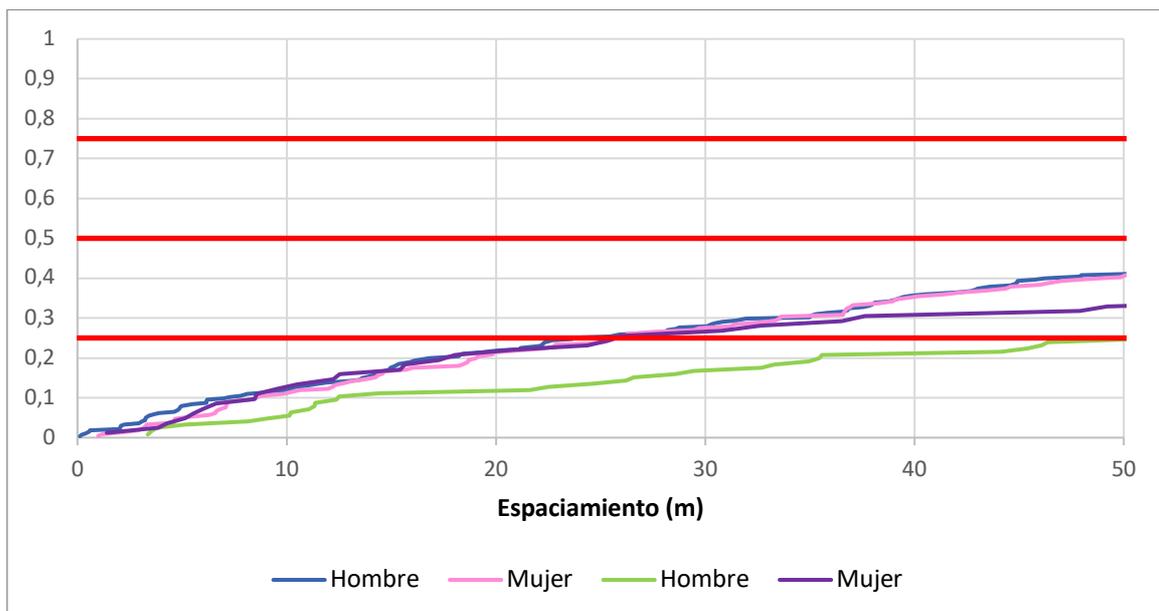


Figura 69. Gráfica percentil – Espaciamento en Plaza del Temple. (Fuente: Elaboración propia).

8.7 Conclusiones

Tras el análisis de la operación de las tres ubicaciones: Calle Colón, Calle Guillem de Castro y Plaza del Temple, que forman parte del Anillo Ciclista de Valencia, se ha llegado a las siguientes conclusiones:

En cuanto al tipo de vehículo predominante se ha podido observar que son las bicicletas privadas, seguidos de los patinetes y por último, las valenbisi. En lo que se refiere al sexo predominante en el Anillo Ciclista, se ha observado que son más hombres que mujeres los que circulan por éste.

En cuanto a la velocidad, el usuario que circula a más velocidad incumpliendo la normativa son los patinetes, seguidos de las bicicletas y en última posición, las valenbisi. Además, los hombres incumplen más la velocidad límite de 20 km/h que las mujeres. Es importante destacar que las mujeres que circulan con valenbisi nunca incumplen el límite de velocidad.

Con respecto a la intensidad del carril bici, se dan los momentos punta en las salidas y entradas al trabajo y a los colegios, sobre las 09:00. Luego comienza a decrecer hasta que se da el momento valle, que se da sobre las 10:00 – 10:30.

En relación con la capacidad del Anillo Ciclista, se ha podido analizar que ninguna de las tres ubicaciones alcanza la capacidad máxima de la vía. Por tanto, no será necesario ampliar la infraestructura.

Por último, se han analizado los intervalos de los usuarios del carril bici con el usuario que les precede. Cabe destacar que las mujeres en ocasiones dejan menos intervalo de tiempo con el usuario que les precede que los hombres. Por ejemplo, en la Plaza del Temple, en el sentido decreciente, las mujeres dejan un intervalo inferior a 6,5 segundos, mientras que los hombres dejan un intervalo inferior a 12 segundos.

9 INTERACCIÓN ENTRE USUARIOS

En este apartado se van a estudiar la interacción de los usuarios del carril bici con los peatones y el tráfico motorizado.

9.1 INTERACCIÓN VMP – PEATONES

A continuación, se van a analizar los conflictos entre los usuarios de la micromovilidad y los peatones.

9.1.1 Calle Colón

Tras la visualización de los vídeos se llega la conclusión que los principales conflictos que se dan entre los VMP y los peatones se pueden clasificar en tres categorías: (i) interacción con empleados de empresas de reparto, (ii) interacción con personas que estacionan junto al carril bici y (iii) peatones en general.

El primer tipo de conflicto se crea del incorrecto estacionamiento de las empresas de reparto (Figura 70), que invaden el aparcamiento de las motos y además estacionan encima de la línea que separa el carril bici de este. A continuación, el repartidor baja de la furgoneta ocupando parte del carril bici con la puerta y, seguidamente, cruza el carril con un carrito de grandes dimensiones. Esta situación, se repitió hasta tres veces con diferentes empresas de reparto durante la toma de datos.



Figura 70. Repartidor cruzando por el carril bici. (Fuente: Elaboración propia).

El segundo conflicto principal es la invasión del carril bici por parte los motoristas que acaban de estacionar su moto (Figura 71). Esta situación se repite varias veces durante la toma de datos. Por tanto, se llega a la conclusión de que el aparcamiento de motos al lado del carril bici produce una

gran interacción entre los usuarios de la micromovilidad y los motoristas que tienen que atravesar el carril bici para llegar a la acera.



Figura 71. Motorista atravesando el carril bici hasta llegar a la acera. (Fuente: Elaboración propia).

Por último, las personas mayores, los niños y personas con discapacidad son especialmente vulnerables a los accidentes de tráfico ya que tienen menos resistencia a los impactos que puedan ser originados tanto por el tráfico motorizado como de los usuarios que utilizan VMP (Figura 72).



Figura 72. Usuarios vulnerables invadiendo el carril bici. (Fuente: Elaboración propia).

Un conflicto aislado que se pudo observar fue el que ocasionó una empleada de la limpieza de la vía pública cuando trabajaba sobre el carril bici en hora punta (Figura 73). Los usuarios de VMP que circulaban tuvieron que cambiar la trayectoria invadiendo el carril opuesto para evitar un accidente.



Figura 73. Empleada de limpieza de la vía pública trabajando sobre el carril bici. (Fuente: Elaboración propia).

9.1.2 Calle Guillem de Castro

En esta localización destacaron dos tipos de conflictos. El primero de todos y el más abundante fue la invasión de los peatones al carril bici para cruzar de una acera a otra de la calle. Esta situación se repitió al menos 32 veces durante las grabaciones.

Como se explica más adelante, cerca de la toma de datos está situada una guardería que genera una gran interacción entre los VMP y el tráfico motorizado ya que el incorrecto estacionamiento de los vehículos que paran para acudir a la guardería minimiza la visibilidad de los vehículos que salen de los garajes de los edificios y pretenden incorporarse al tráfico. De este modo, los usuarios de los vehículos mal estacionados cruzan el carril bici junto a sus hijos e hijas provocando graves problemas de seguridad vial (Figura 74).



Figura 74. Peatón con bebé cruzando hacia la guardería invadiendo el carril bici. (Fuente: Elaboración propia).

El segundo tipo de conflicto que se observó fue el de los peatones invadiendo el carril bici para llegar hasta los contenedores (Figura 75) que están situados al margen de éste. En este sentido, se debería reordenar el entorno del carril bici para evitar que los peatones crucen invadiendo el carril y si lo hacen que haya un paso peatonal para darles preferencia de paso.



Figura 75. Contenedores situados al lado del carril bici. (Fuente: Google Earth).

Como se ha indicado anteriormente, el carril bici está segregado del tráfico motorizado mediante espacios reservados para el aparcamiento de motos. Es por eso que se vuelve a hacer hincapié a que estos espacios generan también una elevada interacción en el carril bici entre los motoristas y los usuarios de VMP (Figura 76).



Figura 76. Motorista invadiendo el carril bici. (Fuente: Elaboración propia).

En la seguridad del carril bici influyen diversos factores: el humano, el vehículo, la infraestructura, el entorno y el tráfico. Como se puede observar en la Figura 77, el factor infraestructura se ve modificado por una limpiadora de un portal de vecinos cerca de la toma de datos, que decidió tirar un cubo de agua al carril bici, empeorando las condiciones de seguridad de los usuarios de VMP.



Figura 77. Limpiadora tirando un cubo de agua al carril bici. (Fuente: Elaboración propia).

9.1.3 Plaza del Temple

A diferencia de las ubicaciones anteriores, en este punto de toma de datos no existía estacionamiento permitido en ninguno de los márgenes del carril bici. Principalmente por este motivo, casi no existe interacción entre usuarios de VMP y peatones. Tan solo se genera interacción cuando el peatón cruza de manera incorrecta atravesando el tráfico motorizado (Figura 78).



Figura 78. Peatón invadiendo el carril bici. (Fuente: Elaboración propia).

9.2 INTERACCIÓN VMP – VEHÍCULO MOTORIZADO

En este apartado se analizar los conflictos entre los usuarios de la micromovilidad y los vehículos motorizados.

9.2.1 Calle Colón

La calle Colón es una de las calles más importantes debido a su gran actividad comercial y a su atractivo turístico. Posee numerosas tiendas, grandes almacenes y oficinas a lo largo de toda la calle que potencian el tráfico tanto peatonal como motorizado. Tiene un carril bici segregado del tráfico motorizado mediante marcas viales y por un aparcamiento de motocicletas a lo largo de toda la calle tal y como aparece en la Figura 79.



Figura 79. Aparcamiento de motos en Calle Colón. (Fuente: Google Maps).

Según lo observado en la toma de datos, son muchos los motoristas que invaden el carril bici una vez han estacionado la moto creando así un conflicto de tráfico con los usuarios de VMP ya que hay algunos que se ven obligados a decelerar para no chocar al motorista (Figura 80). Por tanto, la presencia de aparcamiento de motos genera conflictos tanto con las motos que aparcan como con el motorista que después cruza por el carril bici.



Figura 80. Moto invadiendo el carril bici para estacionar en el aparcamiento. (Fuente: Elaboración propia).

Por otro lado, el carril bici a lo largo de toda la calle se ve interrumpido por los giros a izquierda de los vehículos motorizados que tienen que girar teniendo que atravesar el carril bici y luego el paso de peatones (Figura 81). Pero no suponen interacciones graves con el carril bici.



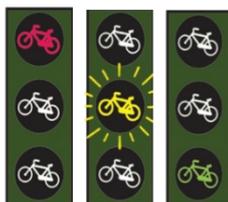
Figura 81. Giros a izquierda. (Fuente: Google Maps).

Además, el semáforo que se ha colocado en las intersecciones no aparece en el Catálogo oficial de la DGT (Figura 82). Este parece que indica tan solo a los usuarios del carril bici, es decir a los usuarios de VMP. Sin embargo, según el catálogo su utilización se refiere exclusivamente a ciclos y ciclomotores (Figura 83).



Figura 82. Semáforo de la Calle Colón. (Fuente: Elaboración propia).

1.5.4.1 Semáforos reservados a ciclos y ciclomotores



Cuando las luces de los semáforos presentan la **silueta iluminada de un ciclo** sus indicaciones se refieren exclusivamente a ciclos y ciclomotores.

Figura 83. Catálogo oficial de señales.

Debido a la gran actividad comercial, a primera hora de la mañana las empresas de reparto invaden el lugar destinado a aparcar las motos tal y como se puede observar en la Figura 84. Por eso, sería conveniente prevenir este tipo de conflicto y disponer de zonas de carga y descarga con su correspondiente paso de cebra para atravesar el carril bici.



Figura 84. Furgoneta invadiendo el aparcamiento de motos. (Fuente: Elaboración propia).

Por último, el entorno del carril bici también influye en las interacciones que se dan entre los VMP y el tráfico motorizado. El acceso a garajes de los edificios colindantes genera conflictos con los usuarios del carril bici durante todo el día ya que además de tener que atravesar este, cortan también el flujo peatonal de la calle.



Figura 85. Coche invadiendo el carril bici para entrar al garaje. (Fuente: Elaboración propia).

9.2.2 Calle Guillem de Castro

La toma de datos en la Calle Guillem de Castro está situada cerca de un gran punto de interés, la guardería señalada con una circunferencia azul en la Figura 86. En rojo se indica dónde estaba colocado el equipo de medición.



Figura 86. Localización de la guardería y de la toma de datos en Calle Guillem de Castro. (Fuente: Google Earth).

Durante la toma de datos, fueron muchos los vehículos que estacionaron invadiendo el aparcamiento destinado para motocicletas y la salida del garaje, creando así un conflicto de importante gravedad, ya que un vehículo parado incorrectamente anula parte de la visibilidad del vehículo que sale del garaje y pretende incorporarse al tráfico. Además, también obliga a los usuarios del carril bici a modificar su trayectoria para evitar el accidente con el vehículo que sale y, en consecuencia, también paraliza el flujo peatonal.

Como se puede ver en la Figura 87, los usuarios del carril bici tuvieron que modificar su trayectoria invadiendo la acera para evitar el accidente con el vehículo que invade el carril bici tras salir de su garaje, así como con la apertura de la puerta del vehículo parado incorrectamente.



Figura 87. Vehículo invadiendo el carril bici y la apertura de la puerta de otro vehículo estacionado incorrectamente. (Fuente: Elaboración propia).

La mayoría de las paradas de vehículos en esa zona se produjo a las 09:00 horas, coincidiendo con la entrada de los niños y niñas en la guardería. Por eso, el entorno del carril bici influye en los conflictos que se puedan generar en él.

La Figura 88 muestra cómo el vehículo estacionado invade la salida del garaje y abre la puerta invadiendo el carril bici. Además, supone una grave infracción al tener que atravesar el carril bici con usuarios vulnerables como son los niños.



Figura 88. Apertura de puerta del vehículo ocupado el carril bici. (Fuente: Elaboración propia).

El acceso a los garajes de las viviendas supone una interacción entre los vehículos de motor y los VMP que circulan por el carril. Como se puede apreciar en Figura 89, los VMP se ven obligados a cambiar su trayectoria para no tener un accidente con el vehículo que sale del garaje.



Figura 89. Salida del garaje del vehículo suponiendo un cambio de trayectoria de los VMP. (Fuente: Elaboración propia).

9.2.3 Plaza del Temple

Según se puede observar en la toma de datos, la interacción de VMP y el tráfico es inexistente debido a que en el entorno del carril bici no existen accesos a viviendas ni aparcamientos de moto que separen el tráfico motorizado del carril bici.

El carril bici está separado del tráfico motorizado mediante elementos separadores de hormigón prefabricado los cuales no parecen un buen método para poder proteger a los usuarios de VMP contra el impacto de un vehículo debido a la elevada velocidad que pueda alcanzar al tratarse de una calle con tres carriles de circulación. La diferencia entre esta localización y las dos localizaciones anteriores es que en este caso no hay aparcamientos de motos que podría atenuar la sensación de velocidad en el carril adyacente de tráfico motorizado.

Para saber la velocidad a la que circulan los vehículos por el carril adyacente se ha utilizado el programa Kinovea, con el fin de averiguar si el elemento separador es un elemento seguro a la hora de separar el tráfico motorizado de los usuarios del carril bici. Se ha dispuesto una malla entre las marcas que separan ambos sentidos de circulación, que mide 1.62 metros y en la primera línea de separación de carriles, con una longitud de 5 metros.

En la Figura 90, el vehículo negro circula a 73,15 km/h, velocidad mayor a la permitida lo que podría dar lugar a un accidente mortal en caso de choque con un usuario de VMP.

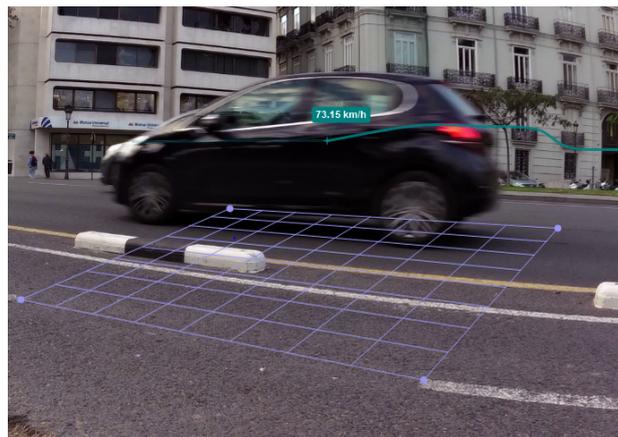


Figura 90. Vehículo superando el límite de velocidad. (Fuente: Elaboración propia).

10 PROPUESTAS DE MEJORA

Analizados los resultados del estudio y teniendo en cuenta las interacciones del entorno con el carril bici se procede a proponer diferentes actuaciones con el fin de mejorar la calidad de los usuarios del Anillo Ciclista de Valencia. Para ello, se ha estudiado todo el itinerario del anillo con la finalidad de identificar diferentes elementos que complican la circulación de los usuarios debido a la interacción que generan con el carril bici. Además, se ha realizado un inventario con todos ellos y se han representado, de manera que se puede localizar en qué calles o zonas se encuentran principalmente. A continuación, se identifica los elementos conflictivos y se realizan propuestas de mejoras:

- Accesos a garajes

Como se ha visto en la Calle Colón y la Calle Guillem de Castro, el acceso a garajes supone una gran interacción con los usuarios del carril bici ya que estos se ven obligados a desviarse de su trayectoria si el vehículo se queda obstaculizando el carril. Además, los vehículos tienen que atravesar la vía ciclista extremando la precaución para no tener un accidente con los usuarios de VMP. En la Figura 91, se indican todos los accesos a viviendas que interfieren con el Anillo Ciclista de Valencia simbolizados con un coche azul.

Se propone despejar el acceso al garaje de aparcamientos y zonas de carga y descarga con el fin de mejorar la visibilidad para incorporarse al tráfico. Además, se dispondrá de una señal de “Peligro Ciclistas” (Figura 92) en el acceso al garaje para que los conductores tengan en cuenta que van a atravesar el carril bici. Por último, también se añadirá la señal de “Cuidado entrada/salida de garaje” (Figura 93) para alertar a los usuarios del carril bici. Todas estas medidas se implementarán donde están situados los símbolos en la Figura 91.



Figura 91. Inventario de accesos a viviendas en el Anillo Ciclista. (Fuente: Google Earth).



Figura 92. Señal de "Peligro Ciclistas".



Figura 93. Señal de Atención entrada/salida de vehículos.

- Contenedores

Los contenedores generan interacción entre los usuarios del carril bici y el peatón que cruza para depositar residuos. Como se puede ver en la Figura 94, esta problemática está presente tan solo en la Calle Guillem de Castro y un punto aislado en la Plaza Tetuán.

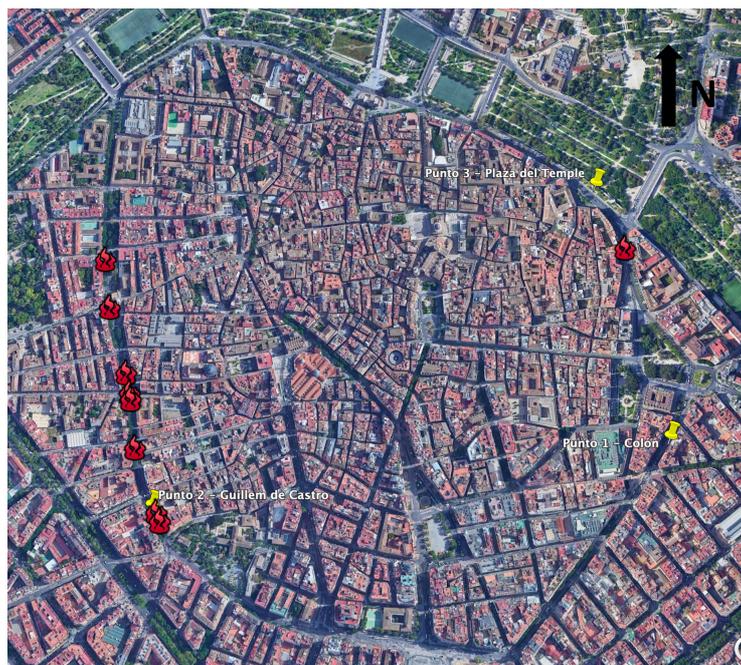


Figura 94. Inventario de contenedores en el Anillo Ciclista de Valencia. (Fuente: Google Earth).

Se propone el movimiento de los contenedores a las proximidades de los pasos de peatones con el fin de evitar que el peatón tenga que atravesar el carril bici (Figura 95).



Figura 95. Propuesta de mejora a lo largo de todo el Anillo Ciclista. (Fuente: Google Earth).

A continuación, se estudia la ubicación de los contenedores (representados con el símbolo rojo), y donde se deben desplazar para evitar que haya interacción entre los peatones con los usuarios del carril bici. La nueva ubicación de éstos está representada con una chincheta morada.

En la Figura 96, se puede observar que hay dos contenedores, representados con el símbolo rojo, y una chincheta morada que representa la nueva posición de estos dos próximos al paso de peatones. Con esta nueva ubicación sería necesario eliminar una zona de aparcamiento de motos para dejar espacio al grupo de contenedores.

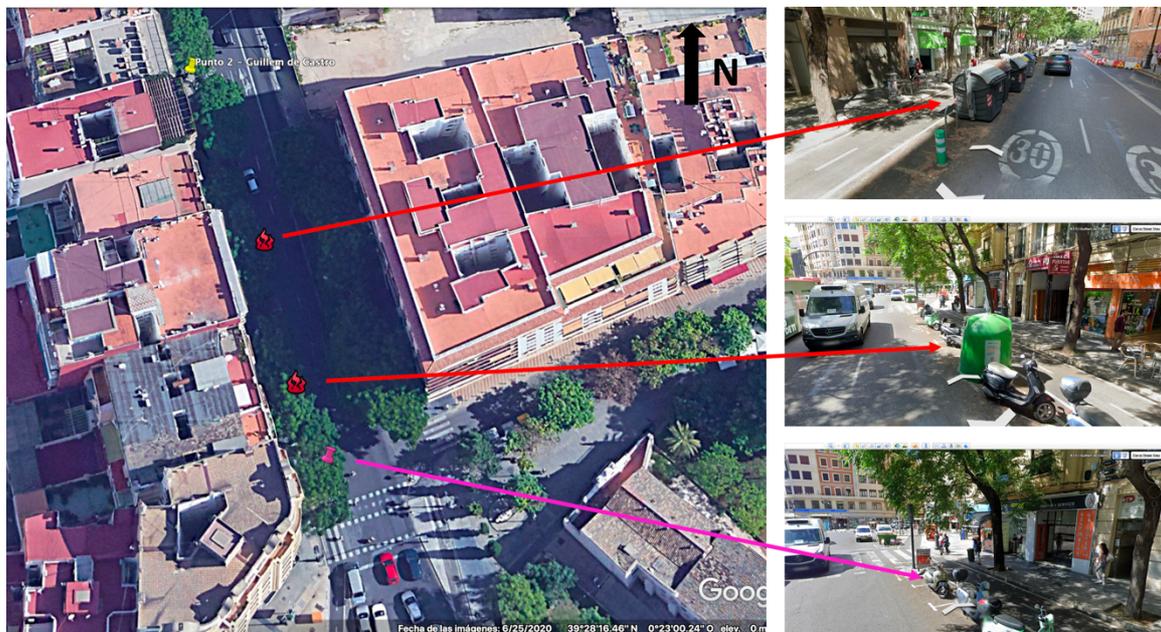


Figura 96. Reordenamiento de los contenedores en Guillem de Castro. (Fuente: Google Earth).

En la Figura 97, se reordena el próximo conjunto de contenedores mal posicionado. De nuevo, están representados los contenedores con el símbolo rojo y la nueva posición de éstos con la

chincheta morada. Como se puede observar, donde se pretende reubicar los contenedores, está posicionado actualmente el contenedor de vidrio y sería necesario la eliminación del aparcamiento de motos.



Figura 97. Reordenamiento de los contenedores en Calle Guillem de Castro. (Fuente: Elaboración propia).

En la Figura 98 se puede observar de nuevo el reordenamiento de los contenedores. Representados con el símbolo rojo los contenedores que necesitan una nueva reubicación para que los peatones no interactúen con los usuarios del carril bici. La chincheta morada representa el nuevo lugar de éstos para evitar que los peatones atraviesen por el carril bici para llegar hasta ellos y que lo puedan hacer mediante el paso de peatones. Además, esta nueva reubicación está posicionada sobre un lugar destinado a carga y descarga que con esta nueva medida debería eliminarse.

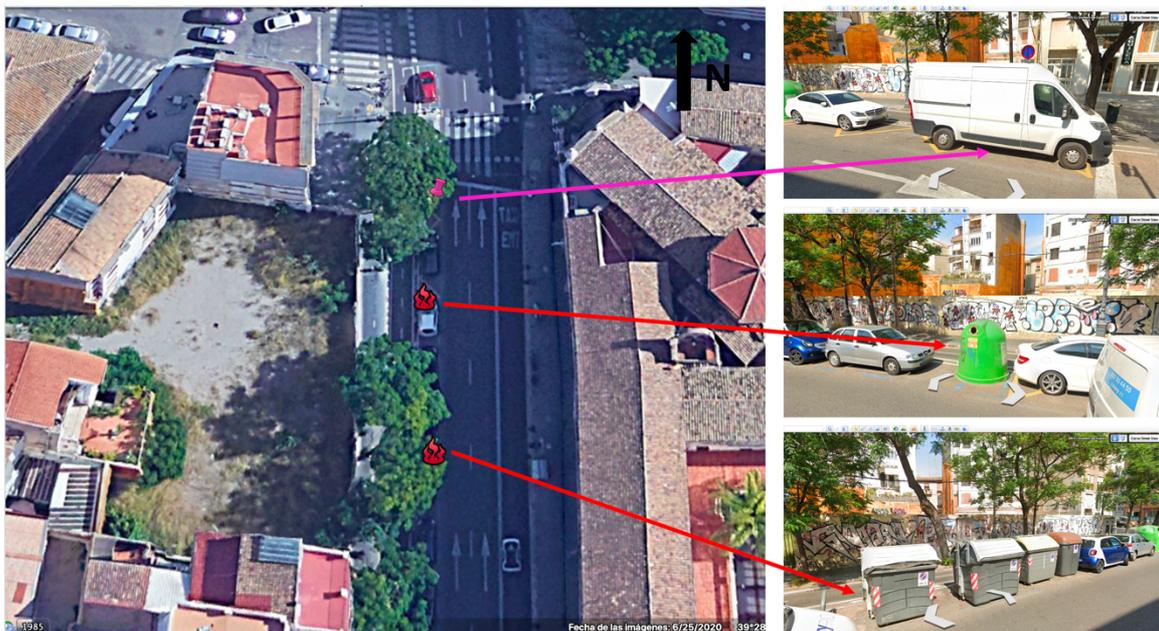


Figura 98. Reordenamiento de los contenedores en Calle Guillem de Castro. (Fuente: Elaboración propia).

En la Figura 99, se puede observar que el grupo de contenedores están correctamente situados ya que se encuentran próximos al paso de peatones.



Figura 99. Localización correcta del grupo de contenedores. (Fuente: Google Earth).

En la Figura 100, de nuevo se observa que los contenedores (símbolo rojo) están dispuestos en la mitad del tramo de la Calle Guillem de Castro. Por tanto, se propone reubicarlos donde se sitúa la chincheta morada eliminando parte de la zona de carga y descarga.

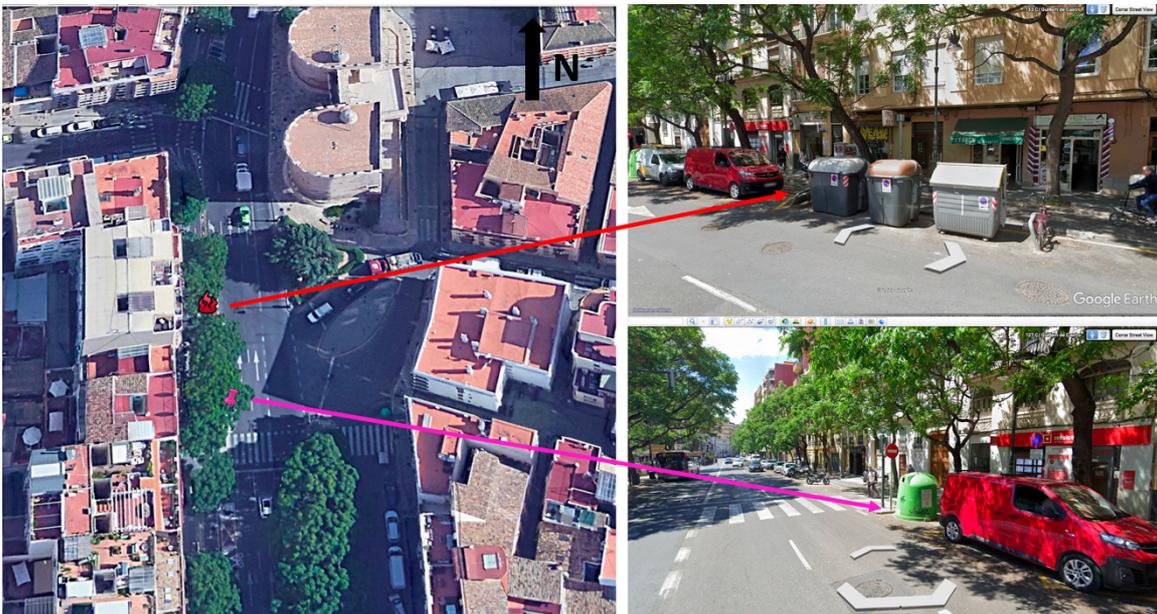


Figura 100. Reordenación de contenedores en la Calle Guillem de Castro. (Fuente: Google Earth).

Por último, en la Figura 101 se encuentra el último grupo de contenedores que se pretender reubicar. La chincheta morada indicada su nueva posición e implicaría la eliminación de una zona de carga y descarga para dejar espacio para todos los contenedores.



Figura 101. Reordenación de contenedores en la Calle Guillem de Castro. (Fuente: Google Earth).

Como caso aislado, se encuentra en la Plaza Tetuán la ubicación de un conjunto de contenedores que no están situados próximos a un paso peatonal. Por tanto, se propone añadir un paso peatonal en el carril bici (Figura 102).



Figura 102. Inserción de paso de peatones en la Plaza Tetuán. (Fuente: Google Earth).

- Plazas de aparcamiento

Como se ha podido observar en la visualización de los vídeos de la toma de datos, cuando los aparcamientos de moto están situados al lado del carril bici se producen interacciones entre los conductores de las motos que atraviesan el carril bici y los usuarios de la micromovilidad.

Como medida, se propone instalar vallas en el carril bici en el lado próximo al estacionamiento y pintar un paso de peatones en el carril bici para evitar que los conductores invadan el carril bici en cualquier punto de este (Figura 103 y Figura 104).

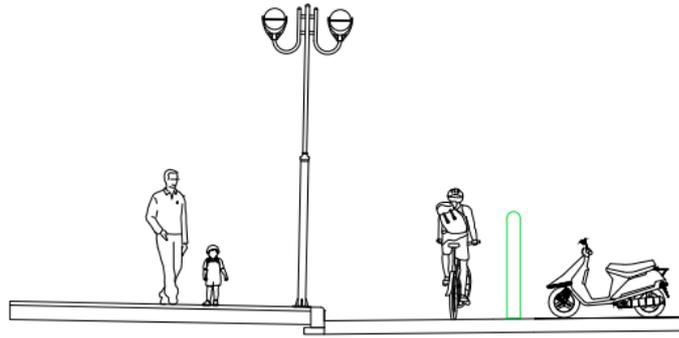


Figura 103. Propuesta de mejora añadiendo vallas (Fuente: Elaboración propia).

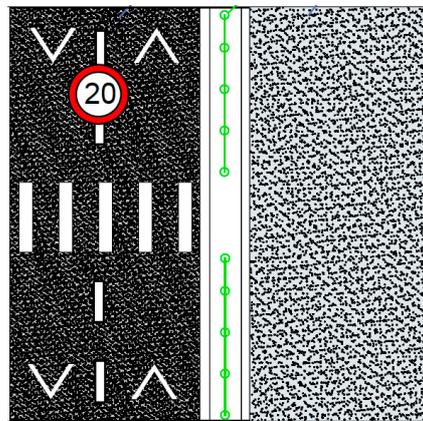


Figura 104. Propuesta de mejora de las vallas en planta y el paso peatonal. (Fuente: Elaboración propia).

- Carga y descarga

En relación con la problemática anterior, las zonas destinadas a carga y descarga pueden generar también interacción peatonal con los usuarios del carril bici (Figura 105). Sin embargo, implementando la medida anterior, es decir, disponiendo vallas y pasos de peatones en el carril bici, se puede mitigar esta problemática.

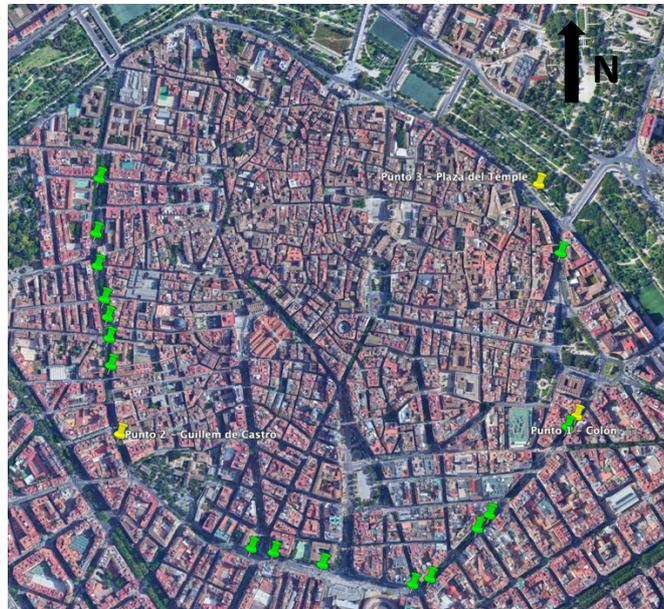


Figura 105. Inventario de carga y descarga en el Anillo Ciclista de Valencia. (Fuente: Google Earth).

Además, en la Calle Colón es necesario disponer de más zonas de carga y descarga debido a que es una calle que está situada en una zona comercial y existen muchos comercios a su alrededor que necesitan tener un lugar reservado para descargar mercancía y no obstaculizar tanto el tráfico motorizado como el tráfico del carril bici. Por eso, en la Figura 106 se indica con una flecha blanca que los aparcamientos de motos se eliminarán con el fin de añadir más zona de carga y descarga.

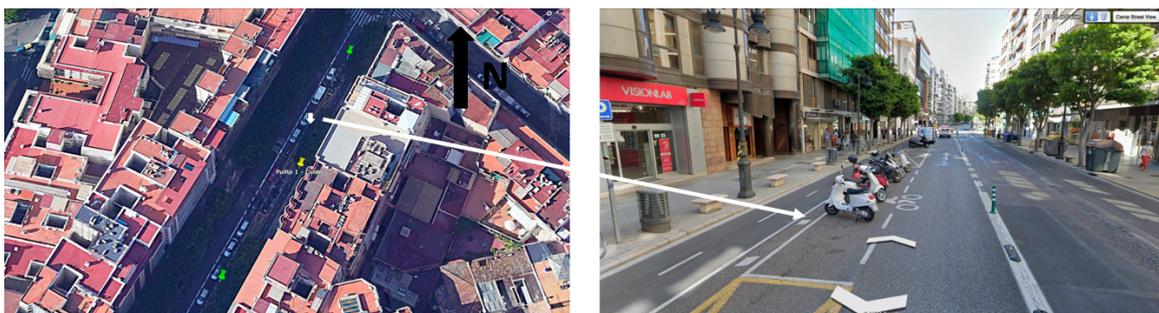


Figura 106. Eliminación de aparcamientos para motos para añadir zonas de carga y descarga en Calle Colón. (Fuente: Google Earth).

- Punto de interés

Por último, es necesario comentar que los puntos de interés, como pueden ser guarderías, colegios, universidades o edificios públicos como pueden ser museos, próximos al carril bici, concentran una gran cantidad de personas en sus proximidades (Figura 108) que pueden invadir el carril bici para cruzar por lugares donde no está permitido o pueden obstaculizarlo por un

simple descuido. Por tanto, para evitar que los usuarios vulnerables como los niños invadan el carril, la disposición de una valla puede erradicar esta problemática (Figura 107).

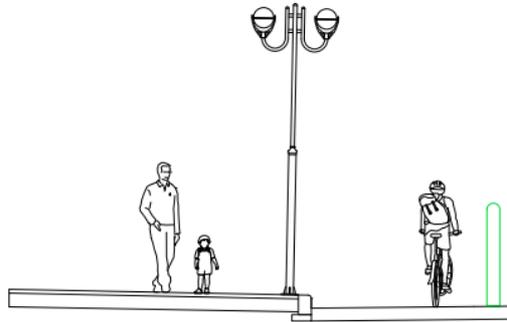


Figura 107. Adición de vallas en las zonas próximas a los puntos de interés. (Fuente: Elaboración propia).



Figura 108. Inventario de puntos de interés en el Anillo Ciclista de Valencia. (Fuente: Google Earth).

- Velocidad

Como se ha analizado anteriormente, son muchos los usuarios que superan el límite de velocidad de 20 km/h. Por eso, se propone pintar señales sobre el pavimento y disponer de señalización vertical relativa a la velocidad máxima de 20 km/h durante todo el Anillo Ciclista. (Figura 109)



Figura 109. Propuesta de mejora: pintar señal de velocidad máxima 20 km/h.



Figura 110. Localización de la señalización vertical. (Fuente: Google Earth).

- Espaciamento

En cuanto al espaciamento entre usuarios se ha podido comprobar que en ocasiones es escaso, por eso se propone añadir marcas de separación entre usuarios. Por eso, se pintará en el carril bici las señales que indican la distancia segura que deben dejar los usuarios del carril bici (Figura 111).

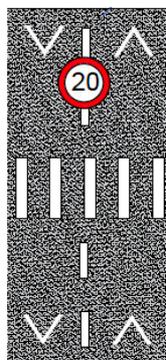


Figura 111. Esquema del carril bici con las marcas de espaciamento y la señalización. (Fuente: Elaboración propia).

11 CONCLUSIÓN

El objetivo del presente Trabajo de Final de Grado es la reorganización del entorno del Anillo Ciclista para la mejora de la operación y seguridad vial de los usuarios el carril bici. Es por eso, que se ha estudiado y analizado todos los elementos del entorno que influyen en el carril bici, como son los accesos a viviendas, la ubicación de los contenedores, los puntos de interés y las zonas de carga y descarga. Además, también se ha realizado el estudio de las principales variables del tráfico: la velocidad, la intensidad, la capacidad y el intervalo y distancia entre usuarios.

Como se ha comentado anteriormente, los usuarios que circulan a más velocidad por el Anillo Ciclista son los patinetes, seguidos de las bicicletas y valenbisis. También, se ha comprobado que son los hombres los que más incumplen la velocidad límite. Por otra parte, con respecto a la intensidad del Anillo Ciclista, se dan los momentos pico en las salidas y entradas al trabajo y colegios.

En cuanto a los intervalos de los usuarios del carril bici con el usuario que les precede, cabe destacar que las mujeres en ocasiones dejan menos intervalo de tiempo con el usuario que les precede que los hombres. Por ejemplo, en la Plaza del Temple, en el sentido decreciente, las mujeres dejan un intervalo inferior a 6,5 segundos, mientras que los hombres dejan un intervalo inferior a 12 segundos. En cuanto a la capacidad de los carriles bici, se ha comprobado que es innecesario ampliar la infraestructura ya que no se alcanza la capacidad de la vía.

Tras la visualización de los vídeos de la toma de datos, se pudieron observar dos tipos de interacciones con los usuarios del carril bici: interacción peatón – usuario del carril bici, y tráfico motorizado – usuarios del carril bici.

La primera interacción se da cuando existen puntos de interés cercanos a la vía, aparcamientos en las proximidades del carril bici, o mobiliario urbano como son los contenedores. La segunda interacción se da cuando los vehículos invaden el carril bici para entrar o salir de las viviendas, la presencia de zonas reservadas para carga y descarga y los aparcamientos contiguos al carril bici generan interacción con los usuarios de la vía.

Para erradicar todas las problemáticas mencionadas se han propuesto unas modificaciones que conseguirían mejorar la seguridad vial de los usuarios del carril bici.

Se propone cambiar la posición de los contenedores, es decir, que éstos estén próximos a los pasos de peatones, para que los peatones no tengan que atravesar por cualquier tramo del carril bici. También es necesario, advertir a todos los usuarios de VMP que la velocidad límite de la vía es de 20 km/h, por eso, se pintará durante todo el Anillo Ciclista, las señales de “Velocidad máxima 20”. Además, también se pintará las señales de espaciamiento entre usuarios con el fin de que éstos dejen más espacio entre unos y otros. En las zonas de aparcamiento o zonas de carga y descarga, se añadirá en el carril bici un paso de peatones que de preferencia a éstos y una valla que separe el carril bici de los aparcamientos. Por último, en los accesos a viviendas, se advertirá a los vehículos mediante la señal de tráfico “Peligro Ciclistas” que deben extremar la precaución. Al igual que a los usuarios del carril bici, se avisará de que deben tener cuidado con la señal “Entrada/Salida de vehículos”.



Con todo esto, se concluye el presente Trabajo Final de Carrera para la obtención del título de Ingeniería Civil en la Universitat Politècnica de València.

Valencia, septiembre de 2022

Gallardo Peris, Sara

12 BIBLIOGRAFÍA

- Boig, E. A. (s. f.). *INFORME Propuesta de evaluación de contajes ciclistas en la ciudad de València*.
Calle Colón de Valencia: tráfico y atascos | Ribó rectifica a Grezzi y no descarta cambios en la calle Colón | Las Provincias. (s. f.). Recuperado 3 de junio de 2022, a partir de <https://www.lasprovincias.es/valencia-ciudad/calle-colon-ribo-rectifica-grezzi-cambios-traffic-atascos-20220519135021-nt.html>
- DGT - *Publicado el Manual de características técnicas de los vehículos de movilidad personal*. (s. f.). Recuperado 1 de junio de 2022, a partir de <https://www.dgt.es/comunicacion/notas-de-prensa/publicado-el-manual-de-caracteristicas-tecnicas-de-los-vehiculos-de-movilidad-personal/>
- DGT - *Seguridad vial 2030*. (s. f.). Recuperado 20 de junio de 2022, a partir de <https://seguridadvial2030.dgt.es/inicio/>
- La Agencia informa | Agencia Municipal de la Bicicleta*. (s. f.). Recuperado 31 de mayo de 2022, a partir de <http://www.valencia.es/agenciabici/es/noticias>
- Movilidad | Greenpeace España - ES | Greenpeace España*. (s. f.). Recuperado 3 de junio de 2022, a partir de <https://es.greenpeace.org/es/trabajamos-en/consumismo/movilidad/>
- Normativa - València*. (s. f.). Recuperado 13 de junio de 2022, a partir de <https://www.valencia.es/es/cas/movilidad/normativa>
- ORDENANZA_DE_MOVILIDAD_2022*. (s. f.).
- Wikiloc | Ruta Anillo Ciclista de Valencia*. (s. f.). Recuperado 22 de junio de 2022, a partir de <https://es.wikiloc.com/rutas-mountain-bike/anillo-ciclista-de-valencia-17197074>