



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA



ETS INGENIERÍA DE CAMINOS,
CANALES Y PUERTOS

TRABAJO DE FIN DE MASTER

Mejora de la capacidad y funcionalidad de la intersección
semaforizada en la Avenida Fernando Abril Martorell con la
Carretera de Malilla mediante la aplicación del "High
Capacity Manual" 2010.

Presentado por

Rausell Antequera, Jorge

Para la obtención del

Master Universitario en Ingeniería de Caminos, Canales y Puertos

Curso: 2019/2020

Fecha: Septiembre de 2020

Tutor: Javier Soriano Ferriol





ÍNDICE

1.	ANTECEDENTES.....	1
2.	OBJETO.....	2
3.	ESTADO DEL ARTE.....	3
3.1	Intersecciones.....	3
3.2	Tipos de movimientos en intersecciones.....	4
3.3	Semáforos.....	5
3.4	Capacidad de las intersecciones semaforizadas.....	6
3.4.1.	Concepto de capacidad.....	6
3.4.2.	Factores que condicionan la capacidad.....	6
3.5	Nivel de servicio.....	9
4.	METODOLOGÍA DEL HIGHWAY CAPACITY MANUAL 2010.....	11
4.1	Introducción.....	11
4.2	Periodo de análisis.....	11
4.3.	Secuencia de cálculo.....	12
	Paso 1: Determinar grupo de carriles y grupo de movimientos.....	12
	Paso 2: Determinar el flujo de intensidad por grupo de movimientos.....	14
	Paso 3: Determinar el flujo de intensidad por grupo de carriles.....	14
	Paso 4: Determinar el ajuste de la intensidad de saturación.....	14
	Paso 5: Determinar la proporción de llegadas durante fase en verde.....	20
	Paso 6: Determinar la capacidad de la intersección.....	21
	Paso 7: Determinar la demora media.....	21
	Paso 8: Determinar el nivel de servicio.....	23
5.	CARACTERÍSTICAS DE LA INTERSECCIÓN DE ESTUDIO.....	24
5.1.	Caracterización del tramo de estudio.....	24
5.1.1.	Caracterización del entorno.....	24
5.1.2.	Caracterización de la intersección.....	26
5.1.3.	Caracterización del tráfico.....	31
5.2.	Toma de información.....	36
5.2.1.	Demanda de vehículos.....	37
5.2.2.	Demanda de peatones.....	37



6.	ANÁLISIS DE LA CAPACIDAD DE LA INTERSECCIÓN SEGÚN EL HCM 2010 PARA EL ESCENARIO PRESENTE	38
6.1.	Parámetros de entrada	38
6.1.1.	Características geométricas	39
6.1.2.	Características del tráfico	42
6.1.3.	Regulación semafórica	49
6.2.	Aplicación del HCM	53
6.2.1.	Cálculo de la intensidad de saturación	53
6.2.2.	Determinar la capacidad de la intersección	56
6.2.3.	Determinar la demora media	58
6.2.4.	Determinar el nivel de servicio	59
6.3.	Análisis de resultados	61
6.4.	Conclusiones	66
7.	ANÁLISIS DE LA CAPACIDAD DE LA INTERSECCIÓN SEGÚN EL HCM 2010 PARA EL ESCENARIO FUTURO	67
7.1.	Parámetros de entrada	67
7.1.1.	Características del tráfico	67
7.2.	Aplicación del HCM	77
7.2.1.	Volumen/ capacidad	77
7.2.2.	Determinar la demora media	79
7.2.3.	Determinar el nivel de servicio	80
7.3.	Análisis de resultados	82
7.4.	Conclusiones	84
8.	PRESENTACIÓN Y ELECCIÓN DE PROPUESTAS	88
8.1.	Introducción	88
8.2.	Presentación de propuestas	89
8.2.1.	Señalización horizontal y variación de los ciclos semafóricos	90
8.2.2.	Glorieta	92
8.2.3.	Ramal de acceso oeste al nuevo barrio	93
8.2.4.	Paso subterráneo	94
9.	ANÁLISIS COMPARATIVO DE PROPUESTAS	96
9.1.	Señalización horizontal y variación de los ciclos semafóricos	96
9.2.	Glorieta	99



9.3.	Ramal de acceso oeste al nuevo barrio	102
9.4.	Paso subterráneo	105
9.5.	Comparativa de soluciones	110
10.	DISEÑO DE LA PROPUESTA ELEGIDA	115
10.1.	Ramal de acceso oeste al nuevo barrio	115
10.1.1.	Condicionantes	115
10.1.2.	Diseño	116
10.2.	Paso subterráneo Bulevar Sud- Carretera de Malilla Sud.....	117
10.2.1.	Condicionantes	117
10.2.2.	Trazado.....	118
10.2.2.1.	Trazado en Planta.....	118
10.2.2.2.	Trazado en Alzado	120
10.2.3.	Sección transversal	122
10.2.4.	Otros aspectos a tener en cuenta.....	123
10.3.	Afinidad al PMUS.....	123
10.4.	Posibles mejoras en la solución elegida	124
11.	AGRADECIMIENTOS.....	126
12.	REFERENCIAS	127
	ANEXOS.....	128
	ANEXO 1 – CALCULO DE LA INTENSIDAD DE SATURACIÓN.....	129
	ANEXO 2 – ESTUDIO ECONÓMICO DE LA SOLUCIÓN ADOPTADA.....	140
	ANEXO 3 – FOTOGRAFICO	156
	PLANOS.....	160



Ilustración 1- Tipos de movimientos en una intersección.	4
Ilustración 2 Secuencia de cálculo para obtener NS, HCM2010.	12
Ilustración 3 -Tipos de carriles en una intersección, Manual de Carreteras.....	13
Ilustración 4 -Descomposiciones habituales en grupos de carriles, Manual de Carreteras.	13
Ilustración 5 - Visión general zona de intersección de estudio.	24
Ilustración 6 - Proyección nuevo barrio Fuente ed San Luis, ANALYST INVIERTE 21 S.L.	25
Ilustración 7 - Detalle Intersección de estudio, Google.	26
Ilustración 8 - Detalle viario Intersección de estudio, Fuente propia..	27
Ilustración 9 - Intersección 1, F.P.	27
Ilustración 10 - Movimientos posibles Int. 1, F.P.	28
Ilustración 11 - Detalle entrada Carrt. Malilla norte, Google.....	29
Ilustración 12 - Intersección 3, F.P.	29
Ilustración 13 - Intersección 4	30
Ilustración 14 - Intersección 5. F.P.	30
Ilustración 15 - Intersección 6, F.P.	31
Ilustración 16 -IMD enero Bulevar Sur, Ayunt. Valencia.	32
Ilustración 17 -Detalle carril bus Intersección estudio, F.P.	33
Ilustración 18 - Detalle paradas EMT en Intersc. estudio, EMT.	33
Ilustración 19 -Parada y recorrido L.99 y 64, EMT.	33
Ilustración 20 -Parada y recorrido L. 8, 99 y 64, EMT.....	34
Ilustración 21 -Parada y recorrido L.8 y 18, EMT.	34
Ilustración 22 - Recorrido carril bici en la Intersecc. de estudio, Ayuntamiento de Valencia.	34
Ilustración 23 - Aforo bicicletas en carril bici, Ayunt. Valencia.	35
Ilustración 24 - Esquema pasos peatones Intersección de estudio, F.P:	35
Ilustración 25 - Localización puntos ed aforo manual. F.P.	36
Ilustración 26 - Descripción Int. 1, F.P.	39
Ilustración 27 - Descripción Int. 2, F.P.	40
Ilustración 28 -Descripción Int. 3, F.P.	40
Ilustración 29 -Descripción Int. 4, F.P.	41
Ilustración 30 -Descripción Int. 5, F.P.	41
Ilustración 31 -Descripción Int. 6, F.P.	42
Ilustración 32 - Grupos carriles Int. 1, F.P.....	43
Ilustración 33 -Grupos carriles Int. 2, F.P.	43
Ilustración 34 -Grupos carriles Int. 3, F.P.	44
Ilustración 35 -Grupos carriles Int .4, F.P.	45
Ilustración 36 -Grupos carriles Int. 5, F.P.	45
Ilustración 37 -Grupos carriles Int. 6, F.P.	46
Ilustración 38 - Parada L. 8, EMT.	47
Ilustración 39 -Parada L. 64, EMT.....	48
Ilustración 40- Parada L. 99, EMT.....	48
Ilustración 41 -Parada L. 18, EMT.	48



Ilustración 42 - Localización semáforos Intersección de estudio, F.P.	50
Ilustración 43 - Gráfico N.S. estado actual	61
Ilustración 44 - Imagen colapso grupo 2 y 3, Intersección de estudio. F:P.	62
Ilustración 45 - Colapso intersección 5 y 6. F.P.	62
Ilustración 46 - Caso 1_ Colapso grupo 2 y 3.....	63
Ilustración 47 - Caso 2_ Colapso grupo 2 y 3.....	63
Ilustración 48 - Comportamiento conductores grupo 3.....	64
Ilustración 49 - Caso 3_ Colapso grupo 2 y 3.....	64
Ilustración 50 - Movimientos conductores grupo 6	66
Ilustración 51 - Localización nuevas actuaciones residenciales, F.P.	68
Ilustración 52 Grafo demanda transporte de las nuevas actuaciones, ANALYST INVIERTE 21 S.L.....	69
Ilustración 53 - Distribución de equipamientos en el nuevo barrio de Fuente de San Luis, ANALYST INVIERTE 21 S.L.	72
Ilustración 54 - Identificación salidas del nuevo barrio FSL, , ANALYST INVIERTE 21. ..	74
Ilustración 55- Identificación entradas del nuevo barrio FSL, , ANALYST INVIERTE 21..	75
Ilustración 56 - Gráfico aumento de la intensidad escenario futuro Intersección de estudio.	77
Ilustración 57 - Gráfico resultado N.S. Escenario Futuro	82
Ilustración 58 - Estado N.S. escenario futuro grupos de carriles	82
Ilustración 59 - Grafico Espacio- Tiempo vehículos grupo 4 y 5 escenario future.....	83
Ilustración 60 - Estado tráfico instante t=0 escenario futuro grupo 2 y 3	85
Ilustración 61 - Estado tráfico instante t=65s escenario futuro grupo 2 y 3.....	86
Ilustración 62 - Estado tráfico instante t=80s escenario futuro grupo 2 y 3.....	87
Ilustración 63 - Propuesta accesos alternativos nuevo barrio FSL, escenario futuro. ...	90
Ilustración 64 - Propuesta glorieta intersección de estudio, escenario futuro.....	93
Ilustración 65 - Propuesta ramal de acceso a Carrt. Malilla Sur	94
Ilustración 66 Propuesta 2, glorieta en la intersección de estudio	99
Ilustración 67 - Colapso en la capacidad para la propuesta 2, glorieta	111
Ilustración 68 - Solución elegida, ramal ed acceso.....	115
Ilustración 69 - Diseño de solución elegida, ramal acceso	116
Ilustración 70 - Secciones de firmes, Catalogo de firmes Ayunt. Valencia	117
Ilustración 71 - Relación parámetros Acuerdos verticales, I.C. 3.1, Ministerio de Fomento	121
Ilustración 72 - Sección firme en solución elegida, Túnel pesante	122



Tabla 1 Nivel de servicio según la demora media, HCM 2010.	9
Tabla 2 - Relación ancho carril- factor ajuste ancho carril, HCM2010.	15
Tabla 3 - Factores de relación de llegadas, HCM2010.	20
Tabla 4 - Intensidad vehículos ligeros Intersección de estudio E.A., F.P.....	47
Tabla 5 - Intensidad autobuses línea Intersección de estudio, F.P.	49
Tabla 6 - Descripción ciclos semaforicos de la Intersección de estudio, F.P.....	52
Tabla 7 - Intensidad de saturación, Intersección 1.....	53
Tabla 8 -Intensidad de saturación, Intersección 2.	54
Tabla 9 -Intensidad de saturación, Intersección 3.	54
Tabla 10 -Intensidad de saturación, Intersección 4.	54
Tabla 11 -Intensidad de saturación, Intersección 5.	55
Tabla 12 -Intensidad de saturación, Intersección 6.	55
Tabla 13 - Capacidad de saturación, Intersección 1.....	56
Tabla 14 -Capacidad de saturación, Intersección 2.....	56
Tabla 15 -Capacidad de saturación, Intersección 3.....	56
Tabla 16 -Capacidad de saturación, Intersección 4.....	57
Tabla 17 - Capacidad de saturación, Intersección 5.....	57
Tabla 18 -Capacidad de saturación, Intersección 6.....	57
Tabla 19 - Relación Volumen / Capacidad, Intersección 1.	57
Tabla 20 -Relación Volumen / Capacidad, Intersección 2.	57
Tabla 21 -Relación Volumen / Capacidad, Intersección 3.....	57
Tabla 22 - Relación Volumen / Capacidad, Intersección 4.....	58
Tabla 23 - Relación Volumen / Capacidad, Intersección 5.....	58
Tabla 24 - Relación Volumen / Capacidad, Intersección 6.....	58
Tabla 25 - Cálculo de la demora media, Intersección 1.	58
Tabla 26 - Cálculo de la demora media, Intersección 2.....	58
Tabla 27 -Cálculo de la demora media, Intersección 3.....	59
Tabla 28 -Cálculo de la demora media, Intersección 4.....	59
Tabla 29 -Cálculo de la demora media, Intersección 5.....	59
Tabla 30 -Cálculo de la demora media, Intersección 6.....	59
Tabla 31 - Relación Nivel de servicio - demora.	60
Tabla 32 - N.S. Intersección 1.	60
Tabla 33 - N.S. Intersección 2.	60
Tabla 34 - N.S. Intersección 3.....	60
Tabla 35 - N.S. Intersección 4.....	60
Tabla 36 - N.S. Intersección 5.....	60
Tabla 37 - N.S. Intersección 6.....	61
Tabla 38 - Datos nuevos sectores, PMUS 2013.	67
Tabla 39 - Relación incremento habitantes nuevas residencias, E.Accesos, ANALYST INVIERTE 21 S.L.....	68
Tabla 40 - Relación habitantes- vehículos nuevas actuaciones, F.P.....	69
Tabla 41 - Cálculo vehículos atraídos por las nuevas actuaciones_1. F.P.	70
Tabla 42 - Cálculo vehículos atraídos por las nuevas actuaciones_2. F.P.....	71



Tabla 43 - Distribución de viajes generados por las nuevas actuaciones	71
Tabla 44 - Distribución de viajes generados por el sector terciario en las nuevas actuaciones, ANALYST INVIERTE 21 S.L.	71
Tabla 45 – Relación de superficies del sector equipamientos en las nuevas actuaciones, ANALYST INVIERTE 21 S.L.	72
Tabla 46 - Generación de viajes según uso del suelo nuevo barrio FSL, F.P.	72
Tabla 47 - Porcentaje reparto de modal desplazamientos, IME	73
Tabla 48 – Viajes generados por el sector oficinas en vehículo privado en el nuevo sector FSL.....	73
Tabla 49 - Viajes generados por el sector educativo en vehículo privado en el nuevo sector FSL.....	73
Tabla 50 - Viajes generados por el sector recreativo-deportivo en vehículo privado en el nuevo sector FSL.	73
Tabla 51 - Viajes generados por el sector comercial en vehículo privado en el nuevo sector FSL.....	74
Tabla 52 - Distribución vehículos entradas y salidas nuevo barrio FSL.	75
Tabla 53 - Intensidad de vehículos intersección estudio escenario futuro, F.P.....	76
Tabla 54 - Incremento de tráfico con respecto escenario presente. F.P.	76
Tabla 55 - Relación Volumen / Capacidad, Escenario Futuro, Intersección 1.....	78
Tabla 56 - Relación Volumen / Capacidad, Escenario Futuro, Intersección 2.	78
Tabla 57 - Relación Volumen / Capacidad, Escenario Futuro, Intersección 3.....	78
Tabla 58 - Relación Volumen / Capacidad, Escenario Futuro, Intersección 4.....	78
Tabla 59 - Relación Volumen / Capacidad, Escenario Futuro, Intersección 5.....	78
Tabla 60 - Relación Volumen / Capacidad, Escenario Futuro, Intersección.....	78
Tabla 61- Cálculo de la demora media, Escenario Futuro Intersección 1.	79
Tabla 62 - Cálculo de la demora media, Escenario Futuro Intersección 2	79
Tabla 63 - Cálculo de la demora media, Escenario Futuro Intersección 3	79
Tabla 64 - Cálculo de la demora media, Escenario Futuro Intersección 4	79
Tabla 65 - Cálculo de la demora media, Escenario Futuro Intersección 5	80
Tabla 66 - Cálculo de la demora media, Escenario Futuro Intersección 6	80
Tabla 67 - N.S. escenario Futuro Intersección 1	80
Tabla 68 - N.S. Escenario Futuro Intersección 2	81
Tabla 69 - N.S. Escenario Futuro Intersección 3	81
Tabla 70 - N.S. Escenario Futuro Intersección 4	81
Tabla 71 - N.S. escenario futuro Intersección 5.....	81
Tabla 72 - N.S. escenario futuro Intersección 6.....	81
Tabla 73 - Propuesta variación ciclos semafóricos, escenario futuro	92
Tabla 74 - Variación de fases para propuesta 1	96
Tabla 75 - Capacidad Intersección 1, propuesta 1	96
Tabla 76 - Capacidad Intersección 2, propuesta 1	96
Tabla 77 - Capacidad Intersección 3, propuesta 1	97
Tabla 78 - - Capacidad Intersección 4, propuesta 1	97
Tabla 79 - - Capacidad Intersección 5, propuesta 1	97



Tabla 80 - Capacidad Intersección 6, propuesta 1	97
Tabla 81- Demora Intersección 1, propuesta 1	97
Tabla 82 - Demora Intersección 2, propuesta 1	98
Tabla 83 - Demora Intersección3, propuesta 1	98
Tabla 84 - Demora Intersección 4, propuesta 1	98
Tabla 85 - Demora Intersección5, propuesta 1	98
Tabla 86 - Demora Intersección 6, propuesta 1	98
Tabla 87 - Ciclo semafórico para propuesta 2, glorieta.....	100
Tabla 88 - Capacidad interseccion 1, propuesta 2	101
Tabla 89 - Capacidad interseccion 3, propuesta 2	101
Tabla 90 - Capacidad interseccion 4, propuesta 2	101
Tabla 91 - Capacidades interseccion 6, propuesta 2	101
Tabla 92 - N.S. y demora interseccion 1, propuesta 2	101
Tabla 93 - N.S. y demora interseccion 3, propuesta 2.....	101
Tabla 94 – N.S. y demora interseccion 4, propuesta 2.....	102
Tabla 95 - N.S. y demora intersección 6, propeusta 2	102
Tabla 96 - Capacidad interseccion 1, propuesta 3	102
Tabla 97 - Capacidad interseccion 2, propuesta 3	102
Tabla 98 - Capacidad interseccion 3, propuesta 3	102
Tabla 99 - Capacidad interseccion 4, propuesta 3	103
Tabla 100 - Capacidad interseccion 5, propuesta 3	103
Tabla 101 - Capacidad intersección 6, propuesta 3	103
Tabla 102- N.S. y demora intersección 1, propuesta 3.	103
Tabla 103 - N.S. y demora intersección 2, propuesta 3.	103
Tabla 104 - N.S. y demora intersección 3, propuesta 3.	104
Tabla 105 - N.S. y demora intersección 4, propuesta 3.	104
Tabla 106 - N.S. y demora intersección 5, propuesta 3.	104
Tabla 107 - N.S. y demoras intersección 6, propuesta 3	104
Tabla 108 - Capacidad intersección 1, propuesta 4 con solución 1.	105
Tabla 109 - Capacidad intersección 2, propuesta 4 con solución 1.	106
Tabla 110- Capacidad intersección 3, propuesta 4 con solución 1.	106
Tabla 111 - Capacidad intersección 4, propuesta 4 con solución 1.	106
Tabla 112 - Capacidad intersección 5, propuesta 4 con solución 1.	106
Tabla 113 - Capacidades intersección 6, propuesta 4, solución 1.....	106
Tabla 114 - N.S. y demora de la intersección 1, propuesta 4 con solución 1.....	106
Tabla 115 - N.S. y demora de la intersección 2, propuesta 4 con solución 1.....	107
Tabla 116 - N.S. y demora de la intersección 3, propuesta 4 con solución 1.....	107
Tabla 117 - N.S. y demora de la intersección 3, propuesta 4 con solución 1.....	107
Tabla 118 - N.S. y demora de la intersección 5, propuesta 4 con solución 1.....	107
Tabla 119 - N.S. y demoras intersección 6, propuesta 4, solución 1.....	107
Tabla 120 - Capacidad intersección 1, propuesta 4 con solución 2.	108
Tabla 121 - Capacidad intersección 2, propuesta 4 con solución 2.	108
Tabla 122 - Capacidad intersección 3, propuesta 4 con solución 2.	108



Tabla 123 - Capacidad intersección 4, propuesta 4 con solución 2.	108
Tabla 124 - Capacidad intersección 5, propuesta 4 con solución 2.	108
Tabla 125 - Capacidades intersección 6, propuesta 4, solución 2.....	108
Tabla 126 - N.S. y demora de la intersección 1, propuesta 4 con solución 2.....	109
Tabla 127 - N.S. y demora de la intersección 2, propuesta 4 con solución 2.....	109
Tabla 128 - N.S. y demora de la intersección 3, propuesta 4 con solución 2.....	109
Tabla 129 - N.S. y demora de la intersección 4, propuesta 4 con solución 2.....	109
Tabla 130 - N.S. y demora de la intersección5, propuesta 4 con solución 2.	109
Tabla 131 - N.S. y demoras intersección 6, propeusta 4, solución 2.....	110
Tabla 132 - Comparativa de demoras para los esenarios de solución propuestos.....	113
Tabla 133 - Categorías de explanadas, Catalogo de firmes Ayunt. Valencia	117
Tabla 134 - Relación coef. rozamiento - velocidades, I.C. 3.1, Ministerio de Fomento	119
Tabla 135 - Relación velocidad- radio - peralte, I.C. 3.1, Ministerio de Fomento.....	120
Tabla 136 - Parámetros mínimos acuerdos segun Vp, I.C. 3.1	121



Máster en ingeniería de Caminos Canales y Puertos

Mejora de la capacidad y funcionalidad de la intersección semaforizada en la Avenida Fernando Abril Martorell con la Carretera de Malilla mediante la aplicación del "High Capacity Manual" 2010





1. ANTECEDENTES

Como consecuencia del crecimiento que está experimentando el barrio de Malilla, Fuente de San Luis y Quatre Carrers, se plantea imprescindible analizar cómo afecta este crecimiento en la movilidad urbana dentro de la red viaria presentes de la zona.

La redacción de este estudio se centra en el análisis actual de la intersección semaforizada en la Avenida de Fernando Martorell con la carretera de Malilla, donde se pretende estudiar el comportamiento futuro de esta intersección. Para ello se recogen los datos del escenario actual, y una vez procesados mediante la aplicación del *Highway Capacity Manual* en su versión del 2010 se analizan y extrapolan, con la ayuda de estudios de tráfico realizados en esta zona, al escenario futuro.

Una vez analizado el escenario futuro, se plantean y analizan diferentes actuaciones a realizar en esta intersección para solucionar los problemas que puedan aparecer.

Finalmente se realiza un estudio económico básico para analizar la rentabilidad de la solución planteada como solución a los problemas de tráfico que aparecen como consecuencia del crecimiento de estos barrios.



2. OBJETO

El presente estudio se presenta como Trabajo Final de Máster para la obtención del título de Máster en Ingeniería de Caminos Canales y Puertos de la Escuela Técnica Superior de Ingeniería de Caminos Canales y Puertos por el alumno Jorge Rausell Antequera, siendo tutelado por el profesor Don Javier Soriano Ferriol, ambos pertenecientes a esta escuela de la Universidad Politécnica de Valencia.

El estudio con título *"Mejora de la capacidad y funcionalidad de la intersección semaforizada en la Avenida Fernando Abril Martorell con la Carretera de Malilla mediante la aplicación del "Highway Capacity Manual 2010"* ha sido redactado por Jorge Rausell Antequera.

3. ESTADO DEL ARTE

3.1 Intersecciones

En los entramados urbanos actuales las intersecciones a nivel forman la red viaria de las ciudades, ya que estas surgen como una solución de continuidad al problema que plantea el cruce de dos o más carreteras. Estos puntos son sin duda críticos, ya que las condiciones de movimiento y comportamiento de los vehículos cambian en su entorno. Es por ello por lo que cobra una gran importancia su correcto diseño atendiendo a las demandas actuales y futuras, según el Manual de Carreteras (L. & Beviá García, 2000).

Este tipo de vías se caracterizan por una velocidad de circulación más baja y una mayor variabilidad de sus condiciones de tráfico a lo largo del día y de la semana, así como una mayor concentración de vehículos, lo que lleva a la necesidad de canalizar y regular algunas de ellas. Una forma de regular las intersecciones es mediante los semáforos, las denominadas intersecciones semaforizadas.

Según la *Instrucción de Vía Pública del Ayuntamiento de Madrid*, se considera Intersecciones semaforizadas a las que están reguladas permanentemente o mayoritariamente mediante sistemas de luces que establecen las prioridades de paso por la intersección.

La semaforización de intersecciones puede ser un instrumento eficaz para la reducción de la congestión, la mejora de la seguridad o para apoyar diversas estrategias de transporte (promoción del transporte público, reforzamiento de la jerarquía viaria, potenciación de peatones y ciclistas, etc). Pero para ello, cada intersección debe estar diseñada de acuerdo con las circunstancias del tráfico del lugar donde se encuentran, implementando en la semaforización unos tiempos específicos para conseguir la fluidez de la intersección y permitir los diferentes movimientos sin interferir en el nivel de servicio.

La problemática de este tipo de intersecciones resulta de un mal diseño de esta, un mal uso de los usuarios, junto con las características de un tráfico variable, lo que afecta de forma directa en la capacidad de la intersección. Además, existen otros factores de tipo geométrico como la anchura de los carriles o inclinación de la rasante, entre otros, que condicionan la capacidad de una determinada intersección.

En el ejemplo que nos ocupa el problema futuro supera al actual. A pesar de que actualmente aparecen problemas de capacidad en algunas intersecciones debido al aumento de vehículos en horas punta, junto con el mal diseño de determinadas zonas dentro de la intersección; el problema que se plantea en el futuro se estima de mayor envergadura debido al aumento de la concentración de población en los alrededores de esta intersección, con su correspondiente volumen de tráfico asociado, para el cual la intersección no ha sido diseñada y puede llegar a congestionar.

Se puede decir que una intersección está congestionada cuando la intensidad del tráfico llega a igualar la capacidad, las condiciones de operación en la misma se tornan deficientes con velocidades de circulación pequeñas y frecuentes paradas y demoras considerables en el viaje, aún cuando las condiciones de trazado y de tráfico sean ideales. La intensidad máxima de vehículos que puede soportar una intersección para un nivel de servicio seleccionado es lo que se define como "intensidad de servicio" para dicho nivel.

El inconveniente directo de la congestión de una intersección es el tiempo que los conductores dedican a superar esa intersección, pero cada vez tenemos más presente que este problema implica otra serie de inconvenientes medioambientales, económicos y sociales a tener muy en cuenta.

3.2 Tipos de movimientos en intersecciones

En la capacidad de una intersección semaforizada influyen dos parámetros básicos, la asignación del tiempo en verde y la disposición de los movimientos de giro dentro de la secuencia de fases.

Se distinguen cuatro tipos de movimientos según la disposición:

- De paso: El vehículo sigue en la dirección que llevaba sin interferir con otros movimientos.
- Giro permitido: El vehículo debe atravesar un paso de peatones o un carril de vehículos en sentido opuesto. Este movimiento exige un mayor consumo del tiempo de verde.
- Giro protegido: No presenta una oposición de vehículos o peatones mientras realiza la maniobra, ya que dispone de una fase exclusiva para la misma.
- Giro sin oposición: No necesita una regulación de fase exclusiva, ya que la configuración de la intersección hace imposible

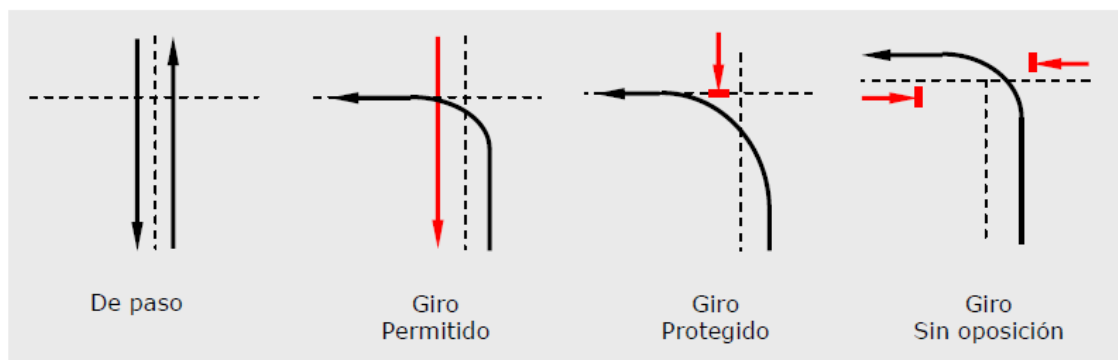


Ilustración 1- Tipos de movimientos en una intersección.

3.3 Semáforos

Teniendo en cuenta las combinaciones de luces rojas y verdes que pueden estar simultáneamente encendidas en toda la intersección, se definen diferentes conceptos consustanciales a las intersecciones semaforizadas (L. & Beviá García, 2000):

- Fase: Tiempo durante el que puede realizarse un determinado movimiento dentro de la intersección, es decir, el tiempo durante el cual una serie de semáforos permanecen en verde.
- Ciclo: Tiempo necesario para que vuelvan a repetirse las mismas condiciones de regulación dentro de la intersección, como resultado de la suma de las diferentes fases, así como de los tiempos de transición entre ellas. La duración de ciclo se mide en segundos.
- Intervalo: Periodo de tiempo en el que todas las indicaciones semaforicas permanecen constantes.
- Tiempo de "ámbar": Tiempo en segundos entre el cambio de verde a rojo.
- Tiempo de cambio: Intervalo de "ámbar" mas "todo rojo" con el fin de que la intersección quede totalmente despejada, para que se puedan poner en funcionamiento el tiempo en "verde", el tiempo de "verde efectivo" y el tiempo de "rojo efectivo".
- Tiempo de "rojo": Tiempo durante el cual la intersección no está utilizada por ningún movimiento. Esto ocurre durante el intervalo de cambio y al principio de cada fase cuando los primeros vehículos sufren retrasos en el arranque.
- Tiempo de "verde" efectivo: Tiempo de verde más el intervalo de cambio menos el tiempo perdido de fase, en segundos.
- Tiempo de rojo "efectivo": Tiempo en el cual no se permite la circulación, algún movimiento específico o un conjunto de movimientos. Es la duración del ciclo menos el tiempo de verde efectivo para una fase específica, en segundos.

Según su modo operativo, pueden distinguirse distintos semáforos:

- De tiempos fijos: Se limitan a cumplir un programa prefijado de tiempos, sin adaptarse a las variaciones del tráfico.
- De tiempos variables: Mediante varios programas se adaptan a las diversas situaciones de tráfico.
- Accionados: Regulan continuamente el tráfico adaptándose automáticamente a las circunstancias, evaluando todos los movimientos de los vehículos.
- Semiaccionados: Similares a los accionados, pero solo actúan sobre las vías secundarias, activándose solo cuando algún vehículo se sitúa sobre el dispositivo detector.
- De control centralizado: Todos los semáforos se hallan conectados a un ordenador central, el cual detecta el tráfico de la intersección y alrededores, analiza los datos y regula cada fase en función de la demanda.

3.4 Capacidad de las intersecciones semaforizadas

3.4.1. Concepto de capacidad

Según la definición ofrecida por el *Highway Capacity Manual (HCM)* se define capacidad de una intersección vial como el máximo número de vehículos que razonablemente pueden atravesar una intersección durante un intervalo de tiempo dado, normalmente una hora, bajo las condiciones prevalecientes de la infraestructura vial, del tránsito y de los dispositivos de control.

Por la influencia de los elementos que le afectan un estudio de capacidad es al mismo tiempo un estudio cuantitativo y cualitativo, donde se analiza la calidad de la capacidad como la cantidad de vehículos que puede absorber.

Siguiendo la definición del *HCM*, en la capacidad de una intersección influyen las condiciones prevalecientes de la infraestructura, el tráfico y los dispositivos de control, lo que se denominan factores. Estos factores afectan a la hora del cálculo de la capacidad de forma directa incrementando o minorando la capacidad.

3.4.2. Factores que condicionan la capacidad

Los factores más importantes que afectan en la capacidad de una intersección son los relacionados con la geometría del entorno de la intersección, el tráfico que circula por la misma y el entorno que rodea los viales.

3.4.2.1. Geometría de la intersección.

La geometría define la zona en la que los vehículos pueden circular, representa el factor más significativo para evaluar la capacidad de una intersección. La existencia de isletas u otros obstáculos junto con la disposición de las marcas viales influyen en la anchura del acceso.

En el caso de estudio se observa que frecuentemente los conductores se sitúan formando más filas que las definidas por las marcas viales, especialmente en momentos de alta densidad como las horas punta. Por esto el número de filas en que se dispone el tráfico no solo depende de las marcas viales horizontales. A pesar de que, debido a la importancia de la geometría de la intersección, un buen diseño de estas marcas viales pueda contribuir a aumentar la capacidad de la intersección.

La pendiente de la vía es otra de las características geométricas con influencia en la capacidad, ya que puede favorecer o dificultar el movimiento de los vehículos, especialmente de los pesados.

3.4.2.2. Composición del tráfico.

En las ciudades podemos encontrarnos diferentes tipologías de vehículos como vehículos pesados, muy ligeros o los más abundantes como ligeros, turismos. Cada una de estas tipologías tienen unas características diferentes que afectan a la capacidad de las intersecciones de una forma diferente.



Las características geométricas y mecánicas de los vehículos que circulan por la intersección afectan a la capacidad de la intersección. Los vehículos pesados al ser más lentos y voluminosos, y la dificultad de maniobras por su mayor radio de giro, minora la capacidad individual de cada acceso y de la intersección en conjunto.

Dentro de los vehículos pesados están los autobuses, muy presentes en el tráfico de las ciudades. Estos vehículos afectan de forma notable porque además de las dificultades generadas por su característica de vehículos pesados, su frecuencia de parada modifica la capacidad de acceso.

Los vehículos ligeros como motocicletas se pueden considerar para la capacidad de las intersecciones como un vehículo ligero habitual, a pesar de su mayor movilidad, con respecto a la percepción de los demás vehículos.

3.4.2.3. Estacionamiento

La existencia de vehículos parados, detenidos o estacionados en las proximidades de la intersección es un factor que afecta doblemente a la capacidad de la intersección, disminuye la anchura eficaz del acceso y retarda la circulación de vehículos, en el caso de existir vehículos realizando maniobras de estacionamiento.

Por tanto, la presencia de vehículos estacionados en las inmediaciones de la intersección reducirá notablemente su capacidad de esta. Por otro lado, si se destina una zona de la vía a este fin, pueden obtenerse mejoras notorias de la capacidad.

3.4.2.4. Maniobras de giro

Una problemática que se presenta en las intersecciones semaforizadas son las posibles trayectorias que pueden seguir los vehículos, generalmente, continuar recto con la dirección que llevan, o giros a derechas y a izquierdas. Estos últimos movimientos son los que generan una mayor problemática en las intersecciones actuales, ya que se ha comprobado que estas maniobras de giro afectan negativamente a su capacidad.

La problemática de los giros se ve incrementada con la presencia de paso de peatones con prioridad o la cada vez más habitual presencia de los carriles bici, donde el vehículo tiene que reducir la velocidad de forma significativa o llegar a detenerse. Por todo ello, en determinadas circunstancias se protegen los giros, es decir, se efectúa en fase exclusiva de los vehículos.

Es cada vez más habitual en España implementar diseños que sustituyan el giro a la izquierda, para así conseguir reducir los puntos de conflicto en las intersecciones, cambiando las rutas de los giros a la izquierda y reduciendo el número de fases en las intersecciones.

3.4.2.5. Factor de hora punta

El flujo de vehículos que circulan por una intersección varía según en que momento se tomen los datos, ya que este varía según el mes, la semana, el día o incluso entre las horas de un mismo día. Por ello para comprobar la capacidad de una intersección se debe hacer en el momento más crítico en cuanto a capacidad se refiere.

Los análisis de HCM generalmente consideran el pico máximo de 15 minutos de flujo durante la hora de análisis. Como se ha comprobado, el uso de un tiempo de flujo máximo de 15 minutos acomoda casi todas las variaciones de flujo durante la hora y, por lo tanto, proporciona un buen punto medio entre el diseño para volúmenes por hora y el diseño para los tiempos de medición de intensidad de flujo de 5 minutos.

Generalmente los flujos se expresan en términos de demanda por hora, por ello aparece el termino factor de hora punta (FHP), para convertir el volumen de una hora en picos de 15 minutos, expresado como el cociente entre la intensidad de la hora punta y cuatro veces la intensidad de los quince minutos más cargados.

$$FHP = \frac{IHP}{4 \cdot I_{15}}$$

En zonas urbanas, dicho factor se halla comprendido normalmente entre 0,75 y 0,90, tomándose como factor medio 0,85.

3.4.2.6. Situación de la intersección

Dentro de una misma ciudad la distribución del tráfico varía significativamente según que zonas te encuentres, por ello la situación de la intersección dentro de la ciudad afecta a la capacidad de esta. Según el Manual de Carreteras (L. & Beviá García, 2000) se distinguen cuatro zonas diferentes:

- Centro: Zona en la que el uso predominante del suelo es la actividad mercantil y de negocios. Se caracteriza por el gran número de peatones, por la frecuencia con los vehículos cargan y descargan mercancías, por la alta demanda de estacionamiento y por la alta rotación del mismo.
- Zona intermedia: Zona contigua al centro, donde se mezcla la actividad mercantil con suelo residencial de alta densidad. La mayor parte del tráfico no tiene su origen ni su destino dentro de la zona, caracterizada por la presencia de un número moderado de peatones.
- Subcentros o centros periféricos: De menor entidad que el centro aunque de características similares, con la diferencia de que se observa una mezcla de tráfico de paso con el existente dentro de la propia zona.
- Zonas residenciales: Son aquellas en las que predomina el uso residencial, y se caracterizan por poseer una baja densidad peatonal y una renovación de estacionamiento muy baja

3.5 Nivel de servicio

El nivel de servicio o LOS (*Level of service*) por sus siglas en inglés, mide la demora que sufren los conductores al circular por determinada intersección. Esta demora es afectada por la capacidad de esta intersección y minorada por factores como los que se han comentado anteriormente. Es una medida cuantitativa, como resultado de la diferencia entre el tiempo actual experimentado y el tiempo de viaje de referencia que resultaría de condiciones ideales, y de forma indirecta mide la disconformidad del conductor, frustración, consumo de combustible y el tiempo perdido de viaje.

De los factores que afectan el nivel de servicio, se distinguen los internos y los externos:

- Los internos son aquellos que corresponden a variaciones de la velocidad, en el volumen, composición del tráfico, porcentaje de cruces o movimientos direccionales.
- En los externos se encuentran las características físicas, como el ancho de los carriles, la distancia libre lateral, el ancho de los carriles, pendientes, etc.

Como define el *Highway Capacity Manual* el control de demora solo se usa para caracterizar LOS para toda la intersección o un enfoque de ellas. El control de demora y la relación volumen-capacidad se utilizan para caracterizar LOS para un grupo de carriles. La demora cuantifica el aumento en el tiempo de viaje debido al control de las señales de tráfico. La relación volumen-capacidad cuantifica el grado en que un grupo de carriles utiliza la capacidad de una fase.

El HCM define seis niveles de servicio, del A al F, para cada media de servicio. El nivel de servicio A se corresponde con las mejores condiciones de operación con respecto a la perspectiva de los conductores, mientras que el nivel F la peor.

Nivel de Servicio	Demora media (s/veh)
A	$d \leq 10$
B	$10 < d \leq 20$
C	$20 < d \leq 35$
D	$35 < d \leq 55$
E	$55 < d \leq 80$
F	$d > 80$

Tabla 1 Nivel de servicio según la demora media, HCM 2010.

Los niveles de servicio A, B y C indican unas condiciones de tráfico en la que los vehículos no tienen demoras significativas en los periodos punta de demanda, se pueden considerar niveles de servicio aceptables. Los niveles de servicio D y E indican un empeoramiento progresivo de las condiciones operacionales en los periodos punta mientras, que el nivel de servicio F indica que la demanda excede la capacidad de la intersección.

Más detalladamente los niveles de servicio se relacionan con las condiciones de operación siguientes:



- **Nivel de servicio A:** Operaciones con muy poca demora (<10 s.) y el avance de los vehículos es extremadamente favorable; no requieren apenas paradas o detenciones durante la circulación. La mayoría de los vehículos llegan en fase verde.
- **Nivel de servicio B:** Las operaciones tienen una ligera demora (10 – 20 s.). El avance de vehículos es favorable, produciéndose detenciones esporádicas. Se da en intersecciones con buena progresión y ciclos semafóricos cortos.
- **Nivel de servicio C:** La demora es considerable (20 a 35 s.), con lo que la progresión de los vehículos es de mediana calidad y el ciclo es más largo. Se comienza a observar la detención de un número considerable de vehículos.
- **Nivel de servicio D:** La demora es elevada (35 a 55 s.). La influencia de la congestión es notable, con progresiones desfavorables y ciclos largos lo que genera que muchos vehículos se detengan y provoque falta de capacidad en ciclos individuales.
- **Nivel de servicio E:** Operaciones con gran demora (55 - 80 s.). Avance lento de los vehículos y largas duraciones del ciclo. Alto grado de congestión. Frecuente falta de capacidad en los ciclos individuales.
- **Nivel de servicio F:** La demora supera el minuto por vehículo. Es un nivel inaceptable por los conductores. Se produce sobresaturación al superar la intensidad de llegada la capacidad de la intersección. La progresión es deficiente y los ciclos prolongados.

Un grupo de carriles puede tener una demora menor de 80 s./veh. aún cuando su relación de volumen-capacidad es superior a 1. Esto suele ocurrir cuando el tiempo de ciclo es corto, la progresión semafórica es favorable, o ambas. Como resultado, la demora y la relación volumen-capacidad son considerados cuando se establece el nivel de servicio del grupo de carriles. Una relación de 1 o más indica que la capacidad del ciclo está saturada y representa un fracaso desde la perspectiva de la capacidad, al igual que un exceso de 80 segundos por vehículo desde la perspectiva de la demora.

4. METODOLOGÍA DEL HIGHWAY CAPACITY MANUAL 2010

4.1 Introducción

El Highway Capacity Manual 2010 en su capítulo 18, Intersecciones Semaforizada, describe la metodología a seguir para la determinación de la capacidad y nivel de servicio en una intersección semaforizada. En este capítulo se incluyen también una serie de medidas de rendimiento de las intersecciones, que describen la operación de intersección para múltiples modos de desplazamiento. Estas medidas sirven como pistas para identificar los problemas causantes del mal funcionamiento y proporcionan información sobre el desarrollo de estrategias de mejora.

Para el análisis de las intersecciones no se describe una distancia exacta de intersección a analizar, si no que esta es dinámica. La distancia de análisis variará para cada intersección en función de las condiciones durante el periodo de análisis. Esta distancia deberá ser siempre suficiente para incluir el área de influencia. Se estima que esta área debe ser al menos 77 metros antes de la línea de parada.

Según el nivel de detalle en la metodología utilizada se distinguen tres niveles:

- Operacional: El análisis operacional es el mas detallado, requiere de mucha información sobre el tráfico, geometría y las condiciones de señalización.
- Diseño: También requiere información detallada sobre las condiciones del tráfico y el nivel de servicio deseado (LOS) a si como información sobre geometría o las condiciones de señalización. Busca determinar valores razonables para las condiciones no determinadas.
- Planificación e ingeniería preliminar: Solo requiere la información mas fundamental para el análisis. La información fundamental la proporciona el analista, mientras que el resto de información se toma de valores por defecto.

4.2 Periodo de análisis

El periodo de análisis es el intervalo de tiempo representado por la evaluación de actuación. La metodología se compone de uno o más periodos de análisis consecutivos.

La metodología se basa en la suposición de que las condiciones del tráfico son constantes durante el periodo de análisis. Por esta razón, el periodo de análisis varía entre 0.25 a 1h. Las duraciones más largas son utilizadas para análisis de planificaciones. Se debe tener cuidado con los periodos de análisis que excedan de 1h porque las condiciones del tráfico generalmente no suelen ser constantes para periodos tan largos.

Como se ha comentado anteriormente, el uso de un tiempo análisis de 15 minutos, acomoda casi todas las variaciones de flujo durante la hora y, por lo tanto, proporciona un buen punto medio.

4.3. Secuencia de cálculo

Siguiendo la metodología del Manual de Capacidad para establecer la capacidad y nivel de servicio en intersecciones semaforizadas, se hace referencia a una secuencia de cálculos necesarios como se muestra a continuación:

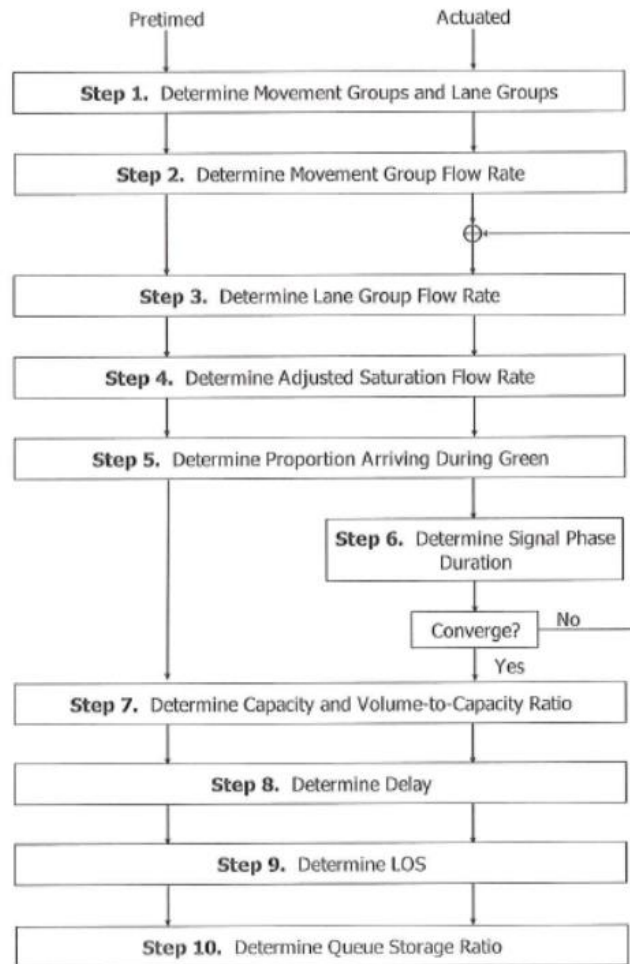


Ilustración 2 Secuencia de cálculo para obtener NS, HCM2010.

Paso 1: Determinar grupo de carriles y grupo de movimientos

La metodología para intersecciones semaforizadas usa el concepto de *grupo de movimientos* y *grupo de carriles* para describir y evaluar la operatividad de la intersección. Estas dos designaciones de grupos tienen definiciones muy similares. De hecho, la diferencia aparece cuando un carril es compartido para un movimiento con dos o más carriles. El grupo de movimientos es útil para acelerar la entrada de datos y se puede asociar como el mismo movimiento que se lleva a cabo en uno o más carriles, mientras que el grupo de carriles es útil para describir los cálculos asociados a la metodología, ya que, para hallar la capacidad y el nivel de servicio, se hace mediante el

análisis por grupo de carriles, los cuales acceden a la intersección, e identificar la demora media en parada para cada grupo de carriles de la intersección.

Los grupos de carriles están compuestos por carriles de dos tipos (L. & Beviá García, 2000):

- Exclusivos: Los vehículos que circulan por este tipo de carriles únicamente puede efectuarse un movimiento, normalmente de giro a la derecha o a la izquierda.
- Compartidos: En ellos, los vehículos disponen de varios movimientos posibles.

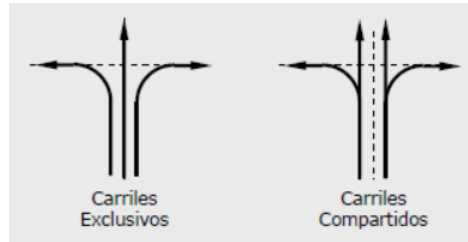


Ilustración 3 -Tipos de carriles en una intersección, Manual de Carreteras.

La división en grupos de carriles se realiza en base a dos condicionantes básicas: la geometría de la intersección y la distribución de los movimientos en la misma. De cara a simplificar el cálculo, debe procurarse emplear el menor número de grupo, de forma que describan adecuadamente el funcionamiento de la intersección.

Nº DE CARRILES	MOVIMIENTOS POR CARRIL	POSIBLES GRUPOS DE CARRILES
1	GI+R+GD	ACCESO DE UN SOLO CARRIL
2	GI EXC R+GD	{ GI EXC { R+GD
2	GI+R R+GD	{ GI+R { R+GD
3	GI R R+GD	{ GI { R { R+GD

Ilustración 4 -Descomposiciones habituales en grupos de carriles, Manual de Carreteras.

Paso 2: Determinar el flujo de intensidad por grupo de movimientos.

Si para un movimiento de giro hay uno o más carriles exclusivos y no hay carriles compartidos, entonces la intensidad de flujo de ese movimiento se asigna a un grupo de movimiento. Cualquiera de los flujos de intensidad que aún no se ha asignado a un grupo de movimiento se asigna a un grupo de movimiento.

La intensidad del giros a derecha en rojo se resta del flujo del giro a la derecha, independientemente de si el giro a la derecha se produce desde un carril compartido o exclusivo. En una intersección existente, el número de giros a derechas en rojo debe determinarse por observación de campo.

Paso 3: Determinar el flujo de intensidad por grupo de carriles.

La intensidad de cada grupo de carriles. Si no hay carriles compartidos en la intersección para varios movimientos o sólo tiene un carril ese movimiento, esa intensidad de flujo es asignada a ese grupo de carriles, y hay una correspondencia exacta entre grupo de carriles y carriles.

Si por lo contrario hay uno o más carriles compartidos en la intersección o dos o más carriles, la intensidad por grupo de carriles se basa en la observación del comportamiento de los conductores al elegir el carril que facilite el movimiento y minimice el tiempo de servicio en la intersección, donde la intensidad de saturación es utilizada para estimar las diferencias relativas en ese momento entre los diferentes carriles.

Paso 4: Determinar el ajuste de la intensidad de saturación.

El cálculo de la intensidad de saturación se refiere a intensidad de vehículos por metro lineal que deben circular por la intersección para superar la circulación optima de la intersección. Es el resultado de aplicar varios factores de ajuste a la intensidad de saturación base, en función de las condiciones de la intersección de estudio, siendo estos factores el reflejo de las condiciones de las intersecciones de estudio.

El procedimiento que se aplica a cada uno de los grupos de carriles que componen la intersección se basa en el uso de la siguiente formula:

$$S = S_o f_w f_{HV} f_g f_p f_{bb} f_a f_{LU} f_{LT} f_{RT} f_{Lpb} f_{Rpb}$$

Donde:

S : ajuste de intensidad de saturación (veh/h/ln),

S_o : intensidad de saturación base (pc/h/ln),

f_w : factor de ajuste por la anchura de carril,

f_{HV} : factor de ajuste por vehículos pesados,

f_g : factor de ajuste por pendiente de ramal,

- f_p : factor de ajuste por maniobras de estacionamiento,
- f_{bb} : factor de ajuste por estacionamiento en paradas de autobuses de línea,
- f_a : factor de ajuste por zona en la que se encuentra la intersección,
- f_{LU} : factor de ajuste por el uso de carriles,
- f_{LT} : factor de ajuste por giros a izquierda en un grupo de carriles,
- f_{RT} : factor de ajuste por giros a la derecha en un grupo de carriles,
- f_{Lpb} : factor de ajuste por giros a izquierda con presencia de paso de peatones, y
- f_{Rpb} : factor de ajuste por giros a derecha con presencia de paso de peatones y ciclistas.

Debe destacar que debido al origen americano de la norma, estos parámetros se expresan en Incas en su origen. Cada uno de estos factores aumentan o disminuyen la intensidad de saturación. Se describen en los siguientes párrafos.

- *Intensidad de saturación base (S_o):*

Este factor representa la tasa de flujo promedio esperada para el carril de tránsito que tiene condiciones geométricas y de tránsito que corresponden a un valor de 1 para cada factor de ajuste, el número máximo de vehículos que admitiría el carril para unas condiciones ideales de circulación.

Se establece un valor de 1900 veh/h, valor sobre el que computan el resto de los factores.

- *Factor de ajuste por anchura de carril (f_w):*

El factor de ajuste por anchura de carril tiene en cuenta el efecto que la anchura de carril puede tener sobre la capacidad. Para carriles estrechos afectará de forma negativa sobre la intensidad de saturación frente a los carriles anchos que incrementará este valor.

Ancho medio del carril (m)	Factor de ajuste (f_w)
< 3	0.96
$\geq 3 - 3.9$	1
>3.9	1.04

Tabla 2 - Relación ancho carril- factor ajuste ancho carril, HCM2010.

- *Factor de ajuste por vehículos pesados (f_{HV}):*

Los vehículos pesados disminuyen la capacidad, por ello este factor tiene en cuenta el espacio de ocupación adicional que tienen los vehículos pesados y las diferencias en las capacidades operativas con respecto a los coches de pasajeros. Este factor no aborda los autobuses de líneas que paran en las cercanías de las intersecciones.

$$f_{HV} = \frac{100}{(100 + P_{HV} (E_T - 1))}$$

Donde:

P_{HV} = porcentaje de vehículos pesados en el grupo de carriles, y

E_T = número equivalente de coches frente a camiones y autobuses que pasan por el cruce, en este caso se establece como 2.

- *Factor de ajuste por pendiente (f_g):*

Factor que tiene en cuenta el efecto de la pendiente de aproximación a la intersección en la circulación de los vehículos.

$$f_g = 1 - \frac{P_g}{200}$$

donde P_g es la pendiente de aproximación del correspondiente grupo de movimientos (%). Este factor se aplica en un rango entre -6% a +10%.

- *Factor de ajuste por maniobras de estacionamiento (f_p):*

El factor explica el efecto que la línea de aparcamiento causa sobre la intensidad de flujo del grupo de carriles adyacente a este. Además, tiene en cuenta el efecto de las maniobras de estacionamiento de los vehículos entrando y saliendo de la línea de aparcamiento.

Si no existe línea de aparcamiento adyacente al grupo de carriles, este factor tiene valer de 1, por lo contrario, si existe aparcamiento, el valor del factor se calcula con la siguiente fórmula:

$$f_p = \frac{N - 0.1 - \frac{18N_m}{3.600}}{N} \geq 0.050$$

Donde

N_m = número de maniobras por hora en los 75 metros aguas arriba de la intersección y con límite de 180.

N = número de carriles en el grupo de carriles.

- *Factor de ajuste por estacionamiento en paradas de autobuses de línea (f_{bb}):*

El factor por bloqueo de bus explica el impacto de los autobuses de línea al parar en las paradas de bus a menos de 75m, aguas arriba o aguas abajo, de la línea de parada de la intersección de estudio.

Este factor solo se tendrá en cuenta cuando la parada de autobuses bloquea el flujo de tráfico en el grupo de carriles estudiado. El número de autobuses máximo a considerar

es de 250 bus/h, por lo tanto, en los casos en los que se superen esta cantidad se deberá bloquear en 250, dando como resultado un factor de 0,05. El factor utilizado asume un tiempo promedio de bloqueo de 14,4s durante una fase de verde.

$$f_{bb} = \frac{N - \frac{14,4 N_b}{3600}}{N}$$

Siendo N el número de carriles en el grupo y N_b el número de autobuses que paran en las proximidades (buses/h).

- *Factor de ajuste por zona (f_a):*

Se diferencia con este factor entre dos intersecciones con una demanda vehicular similar, pero en zonas diferentes. En función de la zona donde se encuentre la intersección f_a tomará los siguientes valores:

$$f_a \text{ para zonas no comerciales o de negocios} = 1$$

$$f_a \text{ para zonas comerciales} = 0,9$$

- *Factor de ajuste por el uso de carriles (f_{LU}):*

En el caso de que los vehículos no estén distribuidos homogéneamente en el grupo de carriles, este factor aplica una penalización en función del desequilibrio que se produzca mediante la siguiente fórmula:

$$f_{LU} = \frac{V_g}{N \cdot V_{g1}}$$

Donde:

V_g es el volumen de tráfico del grupo de carriles,

N es el número de carriles del grupo, y

V_{g1} es el volumen de tráfico del carril más cargado del grupo.

- *Factor de ajuste por giros a izquierda (f_{LT}):*

El factor f_{LT} está destinado principalmente a reflejar el efecto de la geometría de la trayectoria del giro a la izquierda en la velocidad de flujo de saturación.

$$f_{LT} = \frac{1}{E_L}$$

Donde:

$E_L = 1,05$ para vehículos que giran a la izquierda desde un carril protegido,

$E_L = 0,85$ para carril compartido o único,

$E_L = 0,75$ para doble carril.

- *Factor de ajuste por giros a derechas (f_{RT}):*

El factor f_{RT} está destinado principalmente a reflejar el efecto de la geometría de la trayectoria del giro a la derecha en la velocidad de flujo de saturación.

$$f_{RT} = \frac{1}{E_R}$$

$E_R = 1,18$ para vehículos que giran a la izquierda desde un carril protegido,

$E_R = 0,95$ para carril compartido o único,

$E_R = 0,92$ para doble carril

- *Factor de ajuste por giros a izquierda o derecha con presencia de paso de peatones (f_{Lpb})/(f_{Rpb}):*

Ambos factores explican la influencia de los peatones y ciclistas en los vehículos, tanto en intensidad como en ocupación media. Debido a la intersección de ambos en calzada, se establecen zonas de conflicto ocupacional. Para el cálculo de este factor, por tanto, se establece un proceso donde primero se obtiene la intensidad de peatones, la ocupación media, y por último los factores de ajuste.

Para determinar la ocupación media peatonal en primer lugar se establece la intensidad de peatones durante la fase verde peatonal:

$$v_{pedg} = v_{ped} \cdot \left(\frac{C}{g_{ped}} \right)$$

Donde:

v_{pedg} = intensidad peatonal durante la fase verde,

v_{ped} = demanda peatonal en la intersección,

$\frac{C}{g_{ped}}$ = proporción efectiva de verde para el paso de peatones.

Obtenida la intensidad se puede calcular la ocupación media peatonal.

Tanto para giros a la derecha como para giros a la izquierda, en el caso de que v_{ped} sea menor a 1000 ped/h:

$$OCC_{pedg} = \left(\frac{v_{ped}}{2000} \right) \leq 0,5$$

Y en el caso de que v_{ped} sea mayor a 1000 ped/h hasta un límite de 5000 ped/h:

$$OCC_{pedg} = \left(0,4 + \frac{v_{ped}}{10000} \right) \leq 0,9$$

Donde:

OCC_{pedg} = ocupación media peatonal.

En el caso de la ocupación media ciclista se establece, al igual que en el caso anterior, primero intensidad de ciclistas durante la fase en verde peatonal:

$$v_{bicg} = v_{bic} \cdot \left(\frac{C}{g} \right)$$

Donde:

v_{bicg} = intensidad de ciclistas durante la fase en verde,

v_{bic} = demanda de ciclistas en la intersección,

$\frac{C}{g}$ = Proporción efectiva de verde.

Las ocupaciones medias ciclistas en el caso de que $v_{bicg} \leq 1900$:

$$OCC_{bicg} = \left(0,02 + \frac{v_{bicg}}{2700} \right)$$

Donde:

OCC_{bicg} = ocupación media ciclista.

Una vez obtenidas las ocupaciones medias se deben establecer las zonas de conflicto de la zona de ocupación.

Para giros a izquierda desde calle de un sentido o giros a derecha sin bicicletas:

$$OCC_r = \frac{g_{ped}}{g} \cdot OCC_{pedg}$$

En giros a derecha con presencia de ciclistas:

$$OCC_r = \frac{g_{ped}}{g} \cdot OCC_{pedg} + OCC_{bicg} - \left(\frac{g_{ped}}{g} \cdot OCC_{pedg} \cdot OCC_{bicg} \right)$$

Por último, se establecen los factores de ajuste, los cuales se obtienen en función del número de carriles desde los que se inicia el giro y el número de carriles que reciben el movimiento.

Si el número de carriles que reciben el giro es mayor que el número de carriles que lo producen se puede elegir carril para esquivar al peatón o ciclista, y por tanto, la fórmula es:

$$A_{pbT} = 1 - 0,6 \cdot OCC_r$$

Donde:

A_{pbT} = ajuste por fase permitida.

Si el número de carriles que reciben el giro es igual al que los produce, no se puede elegir carril para esquivar al peatón o ciclista:

$$A_{pbT} = 1 - OCC_r$$

Finalmente, el factor de ajuste en los giros a izquierda por cruce de peatones y ciclistas:

$$A_{pbT} = f_{Lpb}$$

El factor de ajuste en los giros a derecha por cruce de peatones o ciclistas:

$$A_{pbT} = f_{Rpb}$$

Paso 5: Determinar la proporción de llegadas durante fase en verde.

La espera por la semaforización y la longitud de colas en las intersecciones semaforizadas tienen una relación directa con la proporción de vehículos que llegan durante la fase verde y roja de los semáforos. El retraso y la cola serán menores cuando una gran proporción de vehículos lleguen durante la fase en verde. La siguiente fórmula calcula esa proporción para cada grupo de carriles:

$$P = R_p(g/C)$$

Es el denominado "Platoon Ratio", relación de pelotón, donde los valores suelen estar en rangos entre 0.33 a 2.0, dando los resultados representados en esta tabla:

Exhibit 18-8 Relationship Between Arrival Type and Progression Quality	Platoon Ratio	Arrival Type	Progression Quality
	0.33	1	Very poor
0.67	2	Unfavorable	
1.00	3	Random arrivals	
1.33	4	Favorable	
1.67	5	Highly favorable	
2.00	6	Exceptionally favorable	

Tabla 3 - Factores de relación de llegadas, HCM2010.

Esta ecuación requiere el conocimiento previo del tiempo de verde efectivo y el tiempo total del ciclo.

Paso 6: Determinar la capacidad de la intersección.

La capacidad de un grupo de carriles cualquiera se define como la máxima cantidad de vehículos que dicho grupo de carriles puede canalizar en un tiempo determinado.

Este concepto depende directamente del grupo de carriles, así como de la intensidad de saturación calculada para un solo carril y del tiempo efectivo de verde para dicho grupo de carriles.

La capacidad de la intersección está basada en el concepto de intensidad de saturación:

$$c_i = N \cdot s_i \cdot g_i / C$$

Donde:

c_i = capacidad del grupo de carriles i (veh/h),

s_i = intensidad de saturación de un carril (veh/h),

g_i / C = proporción efectiva de verde para el grupo de carriles i .

Esta ecuación no se puede emplear para el cálculo de la capacidad de un carril compartido de un grupo de carriles o de un de un grupo de carriles con giro a izquierdas permitida ya que estos emplean otros factores que afectan a su capacidad.

La relación entre capacidad e intensidad de un grupo de carriles es la que define lo cerca que está dicho grupo de carriles de la saturación, así como determinar el grupo de carriles crítico de una intersección y que, por tanto, establece el mínimo de tiempo en verde para dicho movimiento:

$$X_i = V_i \cdot c_i$$

Donde:

X_i = proporción entre el volumen de vehículos y la capacidad del grupo de carriles,

V_i = demanda de vehículos del grupo de carriles (veh/h),

c_i = capacidad del grupo de carriles i (veh/h).

Paso 7: Determinar la demora media.

Se puede definir la demora como retraso que experimentan todos los vehículos que llegan durante el periodo de análisis. Esto incluye cualquier demora sufrida por los vehículos que están aun en la cola después de terminar el periodo de análisis.

La obtención de este valor depende de múltiples factores que no siempre se pueden ajustar correctamente, sin embargo, se puede estimar mediante la siguiente fórmula:

$$d = d_1 + d_2 + d_3$$

Donde:

d = demora por vehículo debida al control de tráfico (s/veh),

d_1 = demora para un ritmo de llegadas constante (s/veh),

d_2 = incremento de demora por aleatoriedad de llegadas y sobresaturación de colas (s/veh),

d_3 = demora inicial debido a la cola en el inicio del periodo de análisis (s/veh.).

Un método abreviado de esta fórmula es la siguiente:

$$d = d_1 \cdot PF + d_2$$

Donde:

PF = factor de ajuste de progresión que considera los efectos de la progresión de la señal sobre la demora.

Los distintos factores consideran diferentes aspectos sobre el cálculo de la demora, de este modo, d_1 es la demora que se obtiene suponiendo un ritmo constante de llegadas de vehículos donde no hay influencia de lo que sucede aguas arriba de la intersección. En el caso de que las llegadas tuvieran un patrón completamente uniforme, este valor sería un medio del tiempo en rojo de la intersección.

Para tener en cuenta el efecto de las llegadas no uniformes PF actúa como factor reductor de d_1 . Por tanto, si las fases semafóricas estuvieran coordinadas de tal forma que los vehículos llegaran cuando el ciclo se encontrase en su fase verde, no habría demora, puesto que PF sería 0, o un valor relativamente bajo.

Por tanto, la llegada de vehículos entre una fase y otra de la intersección tiene una gran influencia sobre la demora uniforme, y a su vez, sobre la demora total. La coordinación de los semáforos es importante para reducir el factor de ajuste de progresión (PF).

$$PF = \frac{\left(1 - 1,33 \cdot \left(\frac{g}{C}\right)\right)}{1 - \frac{g}{C}}$$

El cálculo del factor d_1 se realiza mediante una fórmula que proporciona una estimación de la demora asumiendo llegadas uniformes, flujo estable y sin cola inicial. Está basada en el primer término de la formulación de demora de Webster y está ampliamente aceptada como una acertada representación de la demora para el caso ideal de llegadas uniformes. Para esta fórmula no se permiten valores mayores a 1 en la relación demanda/capacidad.

$$d_1 = \frac{\left(0,5 \cdot C \cdot \left(1 - \frac{g}{C}\right)^2\right)}{1 - \left(\min(1; X) \cdot \frac{g}{C}\right)}$$

Donde:

X = proporción entre volumen de vehículos y la capacidad del grupo de carriles.

El término d_2 se refiere a la demanda incremental y se estima debido a las llegadas no uniformes y a los fallos temporales del ciclo, así como las causadas por periodos de sobresaturación. Por ello, esto es sensible a la relación demanda/capacidad (X) del grupo de carriles, a la duración de periodo de análisis (T) y a la capacidad del grupo de carriles (c).

El término de demora incremental es válido para todos los valores de X , incluyendo sobresaturaciones altas en los grupos de carriles.

$$d_2 = 900 \cdot T \cdot ((X - 1) + \sqrt{(X - 1)^2 + (4 \cdot X)/(c \cdot T)})$$

Donde:

d_2 = término de demora incremental (s/veh),

T = duración del periodo de análisis (horas).

Paso 8: Determinar el nivel de servicio.

El nivel de servicio, LOS , de una intersección será el más restrictivo de cada una de las intersecciones de las que se compone. El nivel de servicio se obtendrá a partir de las tablas mostradas anteriormente dadas por el HCM en función de la demora obtenida.

LOS es una indicación del nivel de demora aceptada por los conductores en la intersección. Además, también indica el nivel de operación inaceptable de saturación de la intersección en el caso de que se cumpla alguna de las siguientes situaciones:

- La capacidad es inferior a la demanda ($X > 1$),
- Un vehículo debe esperar dos ciclos consecutivos en una misma intersección.

5. CARACTERÍSTICAS DE LA INTERSECCIÓN DE ESTUDIO

5.1. Caracterización del tramo de estudio

5.1.1. Caracterización del entorno

La intersección de estudio se encuentra en la zona sur de la ciudad de Valencia, en su ramal periférico de la ronda Sud, concretamente se trata de la intersección entre la Avenida de Fernando Abril Martorell con la carretera de Malilla.

A principios del año 2011 se puso en marcha el nuevo Hospital Universitario y Policlínico de La Fe en el barrio de Malilla, uno de los hospitales más importantes en España y el primero en la Comunidad Valenciana. La intersección de estudio da acceso a este hospital, además de ser una de las entradas a la ciudad desde la autovía V-30 y conectar con el barrio de Malilla.



Ilustración 5 - Visión general zona de intersección de estudio.

Por su comunicación y su incremento de servicios en los últimos años, se está experimentando un crecimiento importante con la construcción de grandes zonas residenciales y de nuevos barrios. Actualmente todas las parcelas que enfrentan con el nuevo hospital La Fe en la Av. de Fernando Abril Martorell están siendo utilizadas para la construcción de nuevas viviendas. Una de las actuaciones más importantes que se están realizando actualmente es el nuevo barrio de Fuente de San Luis, que prevé la construcción de un total de 2328 nuevas viviendas además de zonas educativas y deportivas.

Este nuevo barrio estará dotado de nuevos servicios como son zonas educativas, comerciales y deportivas. Haciendo de esta nueva zona un área de atracción o destino de nuevos desplazamientos. Por todo el crecimiento que se está experimentando alrededor de la intersección de estudio se cree importante tener en cuenta el escenario futuro que representa el incremento de desplazamientos que llevan asociadas todas estas actuaciones.



Ilustración 6 - Proyección nuevo barrio Fuente ed San Luis, ANALYST INVIERTE 21 S.L.

La actuación del nuevo barrio de Fuente de San Luis cobra una gran importancia en referencia a la intersección, además de por el gran volumen de desplazamientos que lleva asociada, porque una de las entradas y salidas directas de este barrio a la ciudad será directamente por uno de los ramales de la intersección.

La intersección está formada por 8 ramales conectados mediante dos semilunas que distribuyen el tráfico entre la Avenida de Fernando Abril y la carretera de Malilla. La Avenida de Fernando Abril está formada por 6 carriles en cada dirección. De estos 6 carriles, empezando por la parte exterior en dirección de avance tenemos un carril exclusivo y separativo para el autobús de línea, un carril exclusivo de giro a derecha para tomar el ramal de la carretera de Malilla, un carril compartido para continuar por la Avenida o tomar el ramal a derechas y por último 4 carriles para continuar por la Avenida.



Ilustración 7 - Detalle Intersección de estudio, Google.

Continuando por la Avenida en dirección al oeste, pasamos el puente que cruza las vías de Adif que comunican con la estación de Alta Velocidad y la del Norte, y llegamos hasta la intersección con la calle San Vicente. Mientras que, si lo hacemos hacia el este, llegamos a la intersección con la entrada a Valencia por la V-31 en la Avenida de Ausias March por la rotonda de los Anzuelos.

Con respecto a la Carretera de Malilla, en dirección al sur se accede a la autovía V-30 y por un ramal en la misma carretera al hospital de La Fe. En un futuro próximo se accederá al nuevo barrio de Fuente de San Luis a través de un puente existente y su doblamiento que está en ejecución actualmente. Hacia al norte de la carretera de Malilla, se accede al barrio con el mismo nombre, perteneciente al distrito de Quatre Carreres, con una población aproximada de 23.000 habitantes y, como se ha comentado anteriormente, en crecimiento.

5.1.2. Caracterización de la intersección.

La intersección de estudio se puede dividir en 6 micro intersecciones más simples que forman la intersección global. Estas micro intersecciones se forman por las características geométricas de la intersección, su funcionamiento y el comportamiento de los conductores. El comportamiento de cada una de estas intersecciones aisladas se utilizará para valorar el funcionamiento de la intersección global.

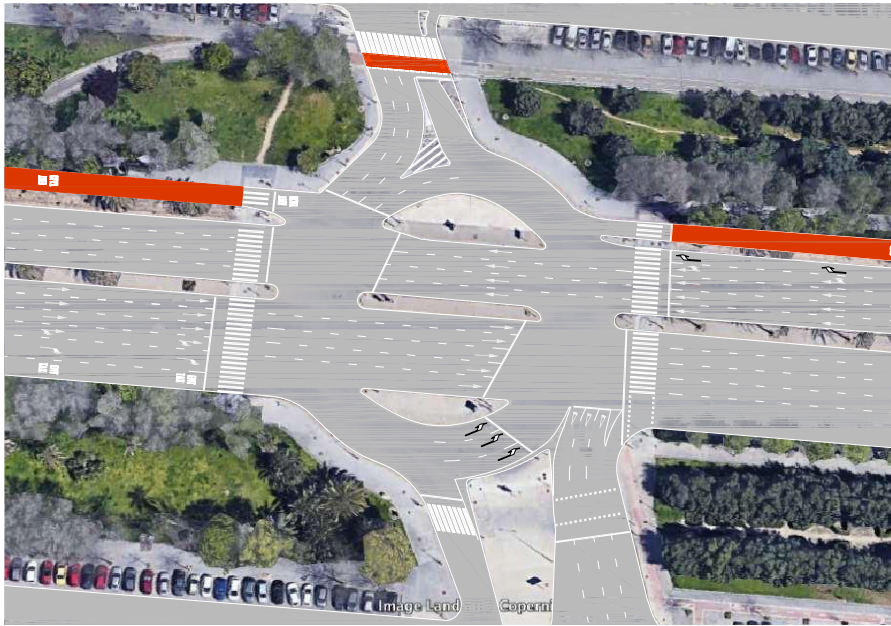


Ilustración 8 - Detalle viario Intersección de estudio, Fuente propia..

5.1.2.1. Intersección 1

Se trata de una intersección semaforizada donde los vehículos proceden del este de la Av. De Fernando Abril Martorell desde la entrada de Valencia por la V-31 y por la Avda. de Antonio Ferrandis.



Ilustración 9 - Intersección 1, F.P.

Se trata de una avenida de 5 carriles junto con un carril de uso exclusivo por donde circula el autobús de línea EMT. Tres de estos 5 carriles son para los vehículos que continúan recto por la Avenida (mov. 3), el cuarto carril de la derecha es de uso compartido para aquellos vehículos que continúan recto o giran a la derecha, y el último carril de la derecha es de uso exclusivo para aquellos que vayan a girar a la derecha por

la Carretera de Malilla o a realizar un cambio de sentido (mov. 1 y 2). Antes de llegar a la intersección existe un paso de peatones que cruza toda la Avenida.

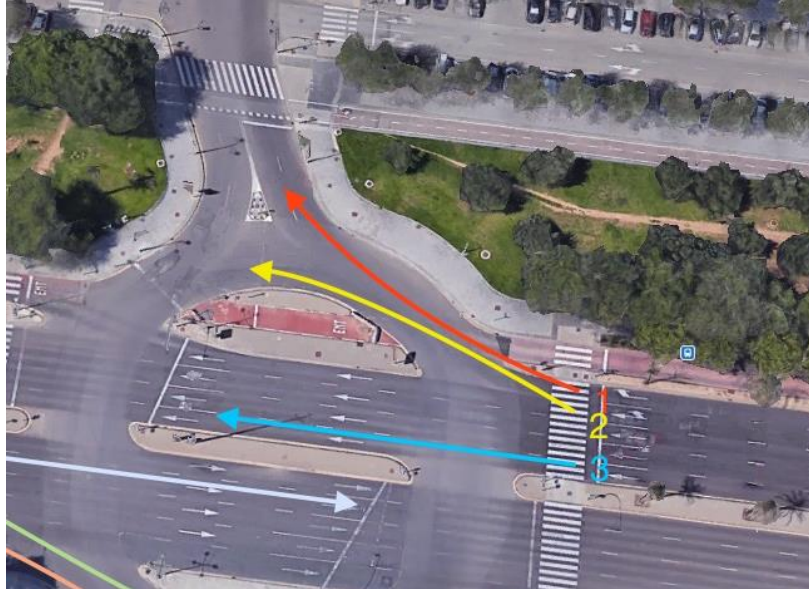


Ilustración 10 - Movimientos posibles Int. 1, F.P.

5.1.2.2. Intersección 2

La intersección 2 absorbe a los vehículos de la intersección anterior que realizan el movimiento 1, giran a derechas para dirigirse hacia el norte de la carretera de Malilla. Se trata de una intersección semaforizada con semáforo en ámbar para dar prioridad a peatones y ciclistas.

Una vez pasado el paso de peatones y ciclistas se produce un embudo al pasar de dos a carriles a uno en la entrada a la carretera de Malilla. Por otra parte, existe una parada de autobús aguas arriba de la intersección.

La acumulación de vehículos en esta intersección afecta de manera directa a los vehículos que proceden de la intersección 1 y quieren realizar un cambio de sentido, al reducirse de forma notable el ancho de paso.



Ilustración 11 - Detalle entrada Carrt. Malilla norte, Google.

5.1.2.3. Intersección 3

Esta intersección es la que más intensidad sufre. Está compuesta por dos partes, por el norte llegan los coches que proceden del barrio de Malilla desde el norte de la carretera de Malilla, junto con los que circulan por la vía de servicio derecha de la Avenida, y además también aboca el flujo de vehículos procedente de la intersección 1 que toman el movimiento 2. Por otra parte, desde el este por la Avenida de Fernando Abril Martorell llegan a la intersección los vehículos que en la intersección 1 deciden continuar recto hacia el oeste.



Ilustración 12 - Intersección 3, F.P.

Esta intersección semaforzada distribuye los coches procedentes del norte para que se dirijan girando a derechas hacia el oeste de la Avenida, continuando recto hacia el sur de la carretera de Malilla hacia el hospital la Fe, la V-30 o en un futuro hacia el nuevo barrio de Fuente de San Luis, o por último tomando la media luna hacia la intersección 6 para dirigirse hacia el este de la Avenida. Los coches que proceden de la Avenida por el este solo pueden continuar recto por la ronda Sud.

El norte de esta intersección, en el encuentro entre los coches que proceden de la carretera de Malilla con 3 carriles y los que vienen de la intersección 1 con 2 carriles se produce una reducción de un carril al llegar a la línea de parada donde solo hay 4 carriles de salida, lo que provoca problemas con la llegada de vehículos en hora punta.

5.1.2.4. Intersección 4

Los vehículos que proceden del oeste de la Avenida llegan a la intersección 4, de características muy similares a la intersección 1. Con 5 carriles mas 1 de uso exclusivo EMT, autobús de línea. Siendo los tres carriles de la izquierda en dirección de avance para continuar hacia el este de la Avenida, el cuarto carril para continuar recto, girar a derechas para dirigirse hacia el sur de la Carretera de Malilla o realizar un cambio de sentido, y quinto carril de mas a la derecha para giro a derechas. A diferencia de la intersección 1, el carril de uso exclusivo para el autobús de línea no se encuentra separado de forma física del resto de carriles.



Ilustración 13 - Intersección 4

5.1.2.5. Intersección 5

La intersección 5 se trata de los vehículos que proceden de la intersección 4 para dirigirse hacia el sur de la Carretera de Malilla. Al igual que la anterior, sus características son muy similares a la intersección 2, donde existe un paso de peatones, pero no de ciclistas.



Ilustración 14 - Intersección 5. F.P.

5.1.2.6. Intersección 6

La última intersección está formada por 3 ramales, por el primero pasan los vehículos que vienen de la Avenida de Fernando Abril y continúan recto por la misma. El segundo ramal es el que conduce los vehículos de la intersección 4 para realizar un cambio de sentido o dirigirse hacia el norte de la carretera de malilla. El último ramal de mas a la derecha conduce a los vehículos que acceden desde el sur de la Carretera de Malilla, y tienen la posibilidad de girar a derechas para dirigirse hacia el este de la Avenida o continuar recto cruzando la Avenida para dirigirse hacia el norte de la Carretera de Malilla o realizar un cambio de sentido.

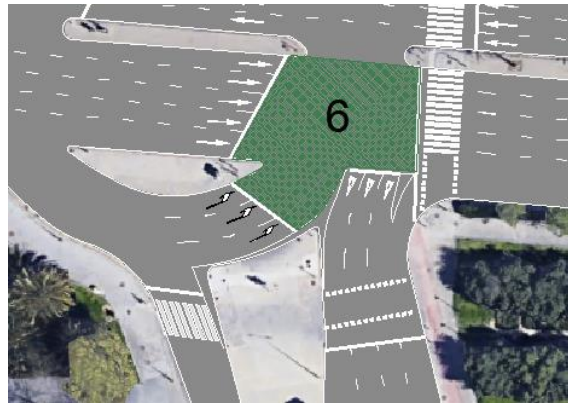


Ilustración 15 - Intersección 6, F.P.

El segundo y tercer ramal se separan mediante una isleta, pero en la salida comparten trayectoria a pesar de estar definidos los recorridos mediante señalización horizontal puede generar conflicto al compartir ciclo semafórico.

Puede existir conflicto también entre las intersecciones 5 y 6 al compartir espacio de almacenamiento y esto provocar que la acumulación de vehículos en una de ellas bloquee a la otra e impida el paso de vehículos, provocando una acumulación mayor aguas debajo de la línea de parada, como ocurre entre las intersecciones 2 y 3.

5.1.3. Caracterización del tráfico.

5.1.3.1. Transporte privado

El transporte privado en esta intersección constituye el porcentaje más representativo de los vehículos que circulan por ella. Debido a la ubicación de esta, dentro del Bulevar Sur, y próximo al hospital de La Fe, se considera una de las principales vías de la ciudad.

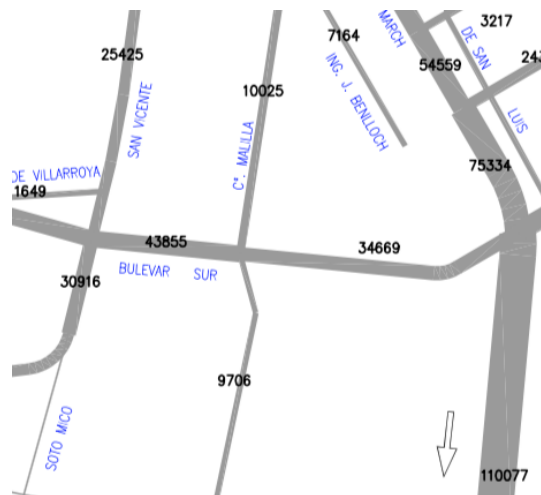
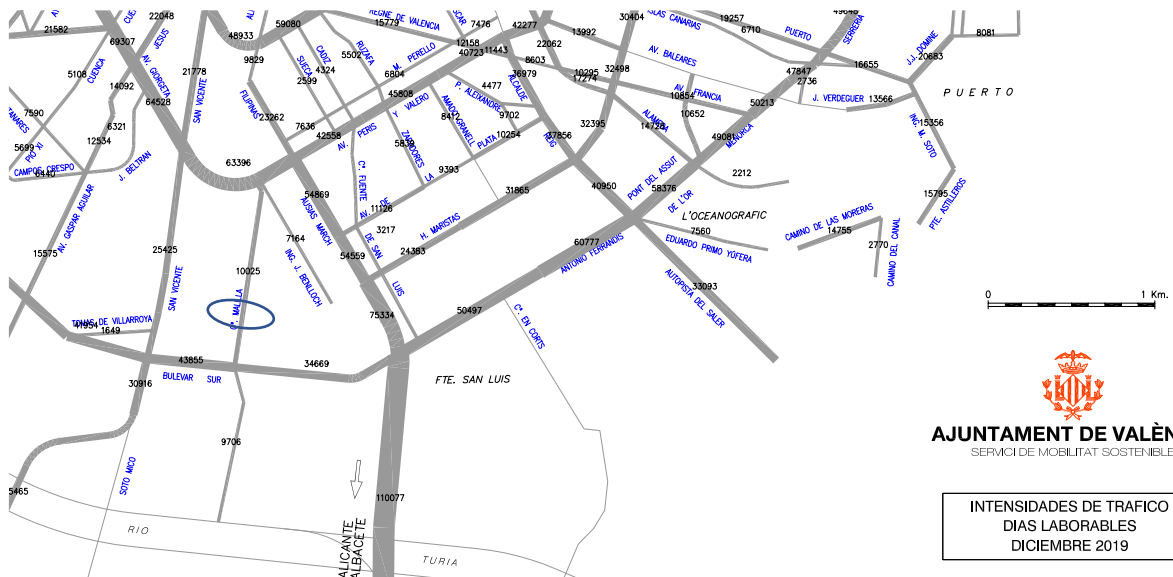


Ilustración 16 -IMD enero Bulevar Sur, Ayunt. Valencia.

La intensidad media diaria en días laborables en el Bulevar Sud esta entre 30000 y 40000 veh./día mientras que en la carretera de Malilla está en torno a los 10000 veh./día.

5.1.3.2. Transporte publico

Por la intersección de estudio circulan varias líneas de la empresa municipal de transporte de autobuses municipales (EMT), al tratarse del Bulevar Sud y concretamente del hospital de La Fe es un punto especialmente importante.

En este punto del Bulevar el carril de circulación del autobús de la EMT se encuentra físicamente separado por un bordillo en dirección oeste y este, pasando a señalización horizontal en las cercanías de la intersección en sentido este, y obligando a realizar la media luna en sentido oeste.



Ilustración 17 -Detalle carril bus Intersección estudio, F.P.



Ilustración 18 - Detalle paradas EMT en Intersc. estudio, EMT.

Existen varias paradas en las cercanías de la intersección:

- Parada 1965/1944_ Bulevar Sud (Impar/Par) – Malilla (Líneas 18,64,99):



Ilustración 19 -Parada y recorrido L.99 y 64, EMT.

- Parada 1964/1946_ Bulevar Sud (Impar/Par) – Hospital La Fe (Líneas 8,64,99/+N7):

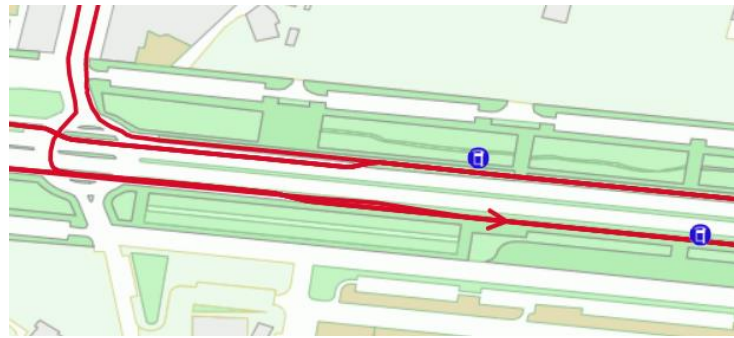


Ilustración 20 -Parada y recorrido L. 8, 99 y 64, EMT.

- Parada 1463/612_ Malilla (Impar/Par) – Illa Formentera (Líneas 8, 18/ +N7):

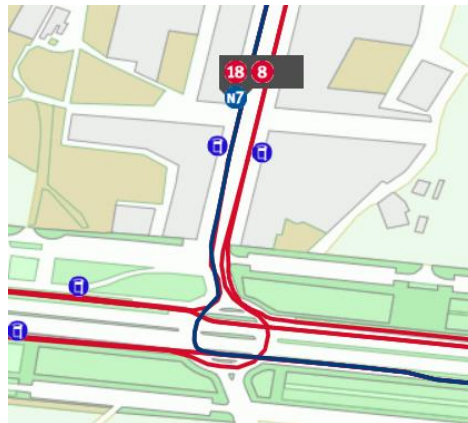


Ilustración 21 -Parada y recorrido L.8 y 18, EMT.

5.1.3.3. Carril bici

Actualmente en la ciudad de Valencia existe una gran influencia del carril bici en el tráfico, en el caso de la intersección de la Avenida de Fernando Abril con la Carretera de Malilla existe un carril bici que circula por el margen oeste del Bulevar y conecta con el carril bici que circula por el norte de la Carretera de Malilla conectando con el centro de la ciudad.



Ilustración 22 - Recorrido carril bici en la Intersecc. de estudio, Ayuntamiento de Valencia.

La influencia de este carril bici en el tráfico no es importante al circular por un carril bici por la zona verde separada del tráfico y tener una intensidad poco significativa en comparación con otras zonas de Valencia (1131 bicis/ día laborable), pero sí que puede ser determinante en la intersección 2 al tratarse de un giro a derechas con presencia del carril bici.



Ilustración 23 - Aforo bicicletas en carril bici, Ayunt. Valencia.

5.1.3.4. Tráfico peatonal

El tráfico peatonal en esta zona no se considera relevante para el funcionamiento de la intersección, en horas punta puede ser más elevado, pero sin llegar a influir de forma notable.

A pesar de ello existen intersecciones semaforizadas donde el ciclo en ámbar de los vehículos hace que en el caso de que aumentase el número de peatones pudiese llegar a condicionar el buen funcionamiento de la intersección.

La mayoría de las intersecciones cruzan pasos de peatones:



Ilustración 24 - Esquema pasos peatones Intersección de estudio, F.P:

Los pasos de peatones 1, 2 y 4 de la intersección 2, 3 y 5 respectivamente, mantienen un ciclo en ámbar coincidiendo con los ciclos donde los vehículos realizan el giro a

derechas, evitando así la acumulación de vehículos que obstaculicen aquellos que continúan sin girar a derechas.

5.1.3.5. *Aparcamiento*

En esta intersección no existen viviendas en los márgenes de la avenida, por lo que no existen zonas de aparcamiento. Para ello dispone de vías de servicio donde a ambos lados de estas se disponen aparcamientos en batería.

Por lo tanto, el funcionamiento de la intersección no se ve afectado por las maniobras asociadas al aparcamiento o incorporaciones a la vía.

5.2. Toma de información

Dado que no existen sobre la intersección estaciones permanentes de las que pueda extraerse una distribución temporal del tráfico que trascienda las variaciones anuales, ni estaciones afines de las cuales extrapolar los datos, se decide realizar aforos manuales de cada microintersección para recopilar la intensidad de vehículos según su procedencia y destino, así como el comportamiento de los conductores ante la geometría de la intersección.

Este aforo manual se realiza mediante conteo y mediante grabación de la intersección durante periodos de 15 minutos en horas punta. Las horas punta según la localización de la intersección se establece de 7:30 a 8:30 y de 18:30 a 19:30 de lunes a jueves. Lo que la caracteriza como una zona donde las horas punta vienen determinadas por las jornadas laborables.

Por la importancia que tiene el tráfico pesado, ciclista y peatonal, se ha realizado también aforos a todos ellos, así como estudiado el comportamiento y la influencia de estos en la intersección.

Para la realización de los aforos se establecen 2 puntos desde los cuales se puede observar toda la intersección.



Ilustración 25 - Localización puntos ed aforo manual. F.P.

5.2.1. *Demanda de vehículos*

Para conocer el funcionamiento de la intersección es necesario obtener diferentes datos sobre los vehículos que circulan por esta:

- Intensidad de vehículos que llegan a la intersección para conocer si este supera la capacidad de la intersección.
- Composición vehicular para saber la afección que cada uno de ellos tiene sobre la intersección, debido a que por su diferente movilidad no afectan igual los pesados que los turismos.
- Trayectoria de los vehículos para estimar la matriz O-D y así los movimientos que se realizan dentro de la intersección.
- El posicionamiento dentro de los carriles permite identificar los grupos de carriles y los movimientos y a su vez estudiar la capacidad según estos movimientos e identificar los problemas.

5.2.2. *Demanda de peatones*

Como se ha comentado anteriormente la demanda peatonal no supone actualmente una limitación para la intersección debido a su baja intensidad, pudiendo llegar a moderada en horas punta, pero en ningún caso problemática. Por ello, se establece en 150 peatones por hora para la estimación inicial de los cálculos, incrementando la cantidad para estar del lado de la seguridad.

6. ANÁLISIS DE LA CAPACIDAD DE LA INTERSECCIÓN SEGÚN EL HCM 2010 PARA EL ESCENARIO PRESENTE

Utilizando la metodología del Highway Capacity Manual se analiza la intersección de estudio para la obtención del nivel de servicio. Se muestra el cálculo de la capacidad siguiendo los procedimientos mostrados en el apartado 4.3.

6.1. Parámetros de entrada

Los parámetros de entrada se hacen imprescindibles para la obtención del nivel de servicio, estos están relacionados con las características principales de la intersección. Estas características vienen definidas por cada una de las intersecciones que forman la intersección principal, y se corresponden con las características geométricas, condiciones de tráfico y regulación semaforica, detallando a continuación cada una de ellas.

- Características geométricas:
 - Tipo de zona donde se encuentra la intersección.
 - Número de carriles por cada grupo (N).
 - Anchura media de los carriles (W) [m].
 - Pendiente 30 metros antes de la intersección (%G) positiva en caso ascendente.
 - Existencia de carriles separados para giros a derechas o a izquierdas.
 - Longitud de la zona de almacenamiento para giro a izquierda o a derecha (Lm) medida en metros.
 - Existencia de aparcamiento antes de la intersección.

- Condiciones de tráfico:
 - Volumen de demanda por movimiento (V) [veh/h]
 - Movimientos y grupo de carriles.
 - Porcentaje de vehículos pesados (%HV)
 - Flujo de peatones (Vp) [peatones/h]
 - Paradas de bus en la intersección, hasta 75m antes de la intersección (Nb) [Bus/h].
 - Maniobras de aparcamiento 75m antes de la intersección (Nm) [maniobras/h].
 - Intensidad de saturación de base (S₀) [veh/h/carril]
 - Factor de hora punta (PHF).
 - Patrón de llegadas (AT) y proporción de vehículos que llegan en verde (P).

- Regulación semafórica:
 - Ciclo (C) [s],
 - Tiempo de verde (g) [s],
 - Tiempo de cambio de fase y despeje, es decir, ámbar mas todo rojo [s],
 - Preprogramado de tiempos fijos o actuado por el tráfico,
 - Periodo de análisis (T) [h], generalmente $T=0.25$,
 - Mínimo tiempo de verde para peatones (G_p) [s].

6.1.1. Características geométricas

En el siguiente apartado se muestran las características geométricas de la intersección de estudio, pudiendo adelantar que en ningún punto de esta intersección existe zona de estacionamiento, por lo que en este caso no se considera un elemento a añadir en el cálculo de capacidad, y por tanto, se obvia en los siguientes párrafos:

6.1.1.1. Intersección 1

La primera intersección esta formada por 5 carriles de 2.7 metros cada uno, haciendo un ancho total de 13.5 metros en la línea de detención antes de llegar al paso de peatones. Se trata de un tramo donde no existe zona de aparcamiento ni pendiente, por lo que no afecta al cálculo.

Existe un carril uso exclusivo para giros a derecha junto a uno de uso opcional para giros a derecha o continuar recto por la Avenida. Para los cálculos se considera este carril como de uso para continuar recto, al observar el uso que realizan los conductores de este.

Además, existe un carril de uso exclusivo de EMT de 3,5 metros, paralelo al sentido de avance de la avenida. Este carril se corta al llegar a la intersección, debiendo ceder el paso aquellos vehículos que giren a derecha.



Ilustración 26 - Descripción Int. 1, F.P.

6.1.1.2. Intersección 2

La intersección presenta un problema de embudo, al pasar de 7,63 metros en su entrada a 4,89 metros al llegar a la línea de detención antes del paso de peatones. Se puede observar cómo entran 3 filas de vehículos como si se tratase de 3 carriles de 2.5 metros, pasando a un solo carril en la salida. Esto, junto con la existencia de un carril bici que atraviesa junto al paso de peatones, dificulta la salida de esta intersección hacia la carretera de Malilla. En esta intersección también se considera pendiente nula.



Ilustración 27 - Descripción Int. 2, F.P.

6.1.1.3. Intersección 3

La línea de detención del norte de la intersección tiene una longitud de 14.11 metros. A este punto de la intersección llegan los vehículos procedentes del norte de la Carretera de Malilla con 3 carriles de 3 metros y los vehículos que realizan un cambio de sentido, tanto desde el este de la Avenida como del sur de la Carretera de Malilla, con dos carriles de 2.83 metros. Al llegar a la línea de detención, estos 5 carriles pasan a ser 4 de 3.5 metros. Al reducir un carril en el entronque de los dos accesos, se observa como numerosos vehículos utilizan la zona de cebreados que separa ambos accesos como entrada a la zona de espera.

Por otra parte, los vehículos que continúan recto por la Av. de Fernando Abril Martorell, son conducidos por 4 carriles de 2.93 metros formando un ancho de Avenida de 11,71 metros. La pendiente a la salida de la línea de detención empieza a ser notable para superar las vías del tren que se encuentran al oeste de la intersección, se estima que este pendiente puede estar en un 1.5% en sentido ascendente.



Ilustración 28 - Descripción Int. 3, F.P.

6.1.1.4. Intersección 4

Hasta la línea de detención de la intersección 4 llegan los vehículos procedentes del oeste de la Avenida a través de 3 carriles de 2,9 metros de ancho para continuar recto por el Bulevar Sud, 1 carril de 2,9 metros para giro a izquierdas o continuar recto, aunque tras las observaciones realizadas se considera como un carril más como los anteriores para continuar recto. Siguiendo hacia el exterior de la vía, un carril de 3,7 metros de giro a derechas para hacer la media luna y dirigirse hacia el sur de la Carretera de Malilla o realizar un cambio de sentido, además de un carril bus de uso exclusivo con 4 metros de ancho.

Los vehículos que llegan a esta intersección bajan desde el puente con una pendiente del 1,5% descendente.



Ilustración 29 -Descripción Int. 4, F.P.

6.1.1.5. Intersección 5

La intersección 5 es relativamente sencilla al tratarse de una línea de detención de 8,79 metros, donde en la práctica se reduce a un solo carril por el comportamiento de los vehículos. Esta intersección solo es afectada por un paso de peatones que a pesar de tener un tráfico unos puntos superior al resto de la intersección, no se define por un tráfico abundante fuera de las horas punta. La pendiente es nula.



Ilustración 30 -Descripción Int. 5, F.P.

6.1.1.6. Intersección 6

Los vehículos que llegan desde el Bulevar lo hacen por 5 carriles de 3.25 metros cada uno formando un ancho total de 16,3 metros.

La zona de almacenamiento de vehículos que realizan la media luna para hacer un cambio de sentido o dirigirse hacia el norte de la carretera de Malilla disponen de 3 carriles de 4 metros. Estos vehículos no pueden corregir su trayectoria para dirigirse hacia el este de la Avenida ya que se encontrarán con aquellos que vengan del sur de la Carretera de Malilla. A estos últimos se les reduce el ancho a la salida donde parten de 17.37 metros a 8.34 metros, pudiendo tomar un ramal a derechas para aquellos que quieran dirigirse hacia el este de la Avenida de Fernando Abril.

La pendiente en toda esta intersección se puede considerar nula.



Ilustración 31 -Descripción Int. 6, F.P.

6.1.2. Características del tráfico

6.1.2.1. Grupo de carriles

Con los grupos de carriles se llega al primer paso de la secuencia de cálculo del HCM, definida en el punto 4.3. *Secuencia de cálculo*, donde se define la metodología para describir y evaluar la operatividad de la intersección mediante el uso de grupo de carriles y grupo de movimientos.

Con respecto a la descripción de la operatividad de la intersección con el uso de los grupos de carriles, hay que tener en cuenta que las marcas viales ayudan a dar una orientación de los movimientos que se producen desde cada uno de los carriles, pero no hay que perder de vista los movimientos reales realizados por los conductores. Sobre estos movimientos son con los que en definitiva hay que hacer distinción de los grupos de carriles, ya que ya sea por costumbre o por facilidad de movimientos los vehículos de esos carriles siempre tenderán a realizar esa maniobra.

6.1.2.1.1. Intersección 1



Ilustración 32 - Grupos carriles Int. 1, F.P.

En esta primera intersección solo existe un ramal en el que se pueden identificar dos grupos de carriles. En el primero de ellos (1.1.1) se almacenan aquellos vehículos que tienen como destino seguir por el Bulevar Sud en dirección oeste, está compuesto por 3 carriles donde la señalización indica la continuación recta y uno más que permite tanto continuar recto como girar a derecha, identificándolo como de este grupo al observar como la gran mayoría de vehículos que circulan por el siguen recto. Por otra parte, existe otro grupo de carriles (1.1.2.) con un solo carril por donde circulan aquellos que giran a derechas hacia el interior de la media luna.

6.1.2.1.2. Intersección 2

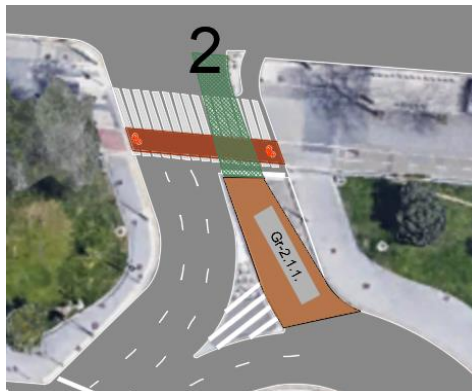


Ilustración 33 - Grupos carriles Int. 2, F.P.

En la intersección dos solo existe un grupo de carriles (2.1.1.) para aquellos que se dirigen hacia el norte de la Carretera de Malilla, este grupo se puede definir como un solo carril, ya que, al reducirse su ancho de forma significativa desde su entrada hasta su salida, en la práctica solo sale un carril.

6.1.2.1.3. Intersección 3



Ilustración 34 -Grupos carriles Int. 3, F.P.

Existen tres grupos de carriles en la intersección 3. En el ramal del norte encontramos 2 grupos de carriles, el primero (3.1.1.) se trata de los vehículos que se dirigen hacia el oeste del Bulevar Sud realizando un giro a derechas, y provienen del norte de la carretera de Malilla. Por el grupo 3.1.2., el segundo del ramal del norte, circulan los vehículos que cruzan la Avenida hacia el sur, dirigiéndose hacia el sur de la Carretera de Malilla o mediante un cambio de sentido, hacia el este del Bulevar, pasando por la intersección 5 y 6 respectivamente. Estos vehículos que pasan por este segundo grupo, llegan por una parte del norte de la Carretera de Malilla, por dos carriles que se convierte en uno al llegar a la línea de detención, y por otra parte, por los dos carriles del interior de la media luna de los vehículos que en la primera intersección quieren realizar un cambio de sentido.

Por otra parte, por el segundo ramal encontramos 4 carriles dentro del tercer grupo de carriles de esta intersección (3.2.1) que se dirigen hacia el oeste de la Avenida continuando recto por el Bulevar Sud.

6.1.2.1.4. Intersección 4

La intersección 4 es de idénticas características a la intersección 1, donde existen 2 grupos de carriles para continuar recto (4.1.1.) con 4 carriles y para girar a derechas por el interior de la media luna (4.1.2.) que conecta con la intersección 5 y 6, en el penúltimo carril.

La principal diferencia entre esta intersección y la primera se encuentra en la separación del carril de uso exclusivo de la EMT, estando en este caso en la misma plataforma que el resto de los vehículos.

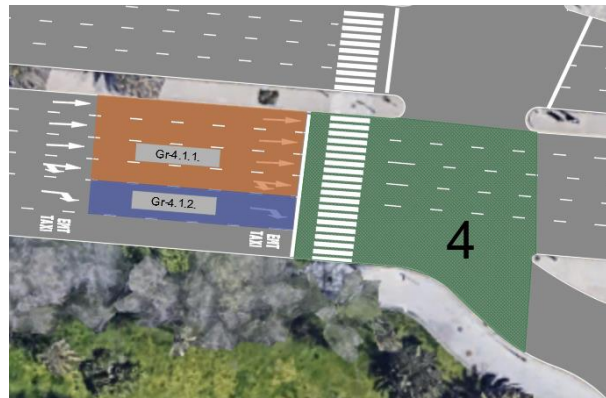


Ilustración 35 -Grupos carriles Int .4, F.P.

6.1.2.1.5. Intersección 5

Como ocurre en la intersección anterior, la intersección 5 tiene su homóloga en la intersección 2, donde existe un solo grupo de carriles para dirigirse hacia el sur de la Carretera de Malilla mediante un carril.



Ilustración 36 -Grupos carriles Int. 5, F.P.

6.1.2.1.6. Intersección 6



Ilustración 37 -Grupos carriles Int. 6, F.P.

La intersección 6 esta compuesta por tres ramales y 4 grupos de carriles. El ramal de más al norte está compuesto por un solo grupo de carriles (6.1.1.) donde los vehículos procedentes del oeste del Bulevar continúan recto a través de 5 carriles.

Por otra parte, en el segundo ramal dentro de la media luna se encuentra el grupo de carriles (6.2.1.) donde circulan los vehículos que se dirigen hacia el norte de la carretera de Malilla si cruzan la Avenida o hacia el oeste del Bulevar si giran a izquierdas. Estos vehículos pueden proceder de la intersección 4 o 5. Disponen de 3 carriles, pudiéndose estrechar por la acumulación de vehículos que se dirigen hacia la intersección 5.

En el último ramal de mas al este, se encuentran los vehículos que vienen del ser de la Carretera de Malilla o salen del Hospital de la Fe, estos vehículos forman 2 grupos de carriles, dependiendo de si su intención es continuar recto (6.3.1.) con las mismas posibilidades que el grupo (6.2.1) mediante 3 carriles o girar a derechas por el carril de mas a la derecha para dirigirse hacia el este del Bulevar (6.3.2.)

6.1.2.2. Demanda por grupo de carriles

Para el análisis de la carga de tráfico actual se utilizan las horas punta de la intersección, de 7:30h a 8:30h y de 18:30h a 19:30h de lunes a jueves, durante los meses de Octubre a Diciembre.

Debido a la inexistencia de aforos en los puntos de estudio, para las horas punta, las visitas de campo, así como las grabaciones realizadas permiten describir de forma cualitativa el estado de la circulación en el entorno analizado en diferentes días tipo de la semana, obteniendo la matriz O-D de la intersección por grupo de movimientos:

Veh/h	Grupo de carriles					
	1.1.	1.2.	2.1.	2.2.	3.1.	3.2.
1.	1352	420				
2.	400					
3.	260	1160	1700			
4.	1476	320				
5.	720					
6.	1920		308		412	88

Tabla 4 - Intensidad vehículos ligeros Intersección de estudio E.A., F.P.

6.1.2.3. Demanda de autobuses de línea

Como se describe en el capítulo 5.1.3.1. en cuanto al transporte público, las intersecciones afectadas por la circulación de vehículos pesados relacionados con el transporte público son las siguientes:

6.1.2.3.1. Intersección 1

A pesar de tratarse de un carril separado, el segundo grupo de carriles de esta intersección debe ceder el paso cuando girando a derechas se encuentra al autobús de línea que continúa recto por la Avenida o gira a derechas hacia la Carretera de Malilla:

- Línea 8 (Porta de la Mar- Hospital La Fe):

La frecuencia de esta línea en las horas de estudio es de 8 minutos, por lo que se establece un número de 8 autobuses cada hora.

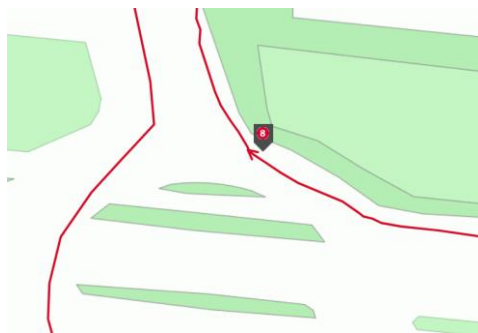


Ilustración 38 - Parada L. 8, EMT.

- Línea 64 (Benicalap – Est. Joaquin Sorolla/ Hosp. La Fe):

Frecuencia de 8-7 minutos, 9 autobuses/hora.



Ilustración 39 -Parada L. 64, EMT.

- Línea 99 (Palau de congresos – Malvarrosa)

Frecuencia de 7 minutos, 9 autobuses/hora.



Ilustración 40- Parada L. 99, EMT.

6.1.2.3.2. Intersección 2

Aguas arriba de la intersección 2, en la carretera de Malilla existe una parada de autobús donde paran las líneas 8 y 18:

- Línea 18 (Dr. Peset – Universidades)

Frecuencia de 12 minutos, 5 autobuses por hora.



Ilustración 41 -Parada L. 18, EMT.

6.1.2.3.3. Intersección 3

Por la intersección 3 circulan las líneas 8, 18, 64 y 99, mostradas anteriormente.

6.1.2.3.4. Intersección 4

Circulan las líneas 18, 64 y 99.

6.1.2.3.5. Intersección 6

Circulan las líneas 8,18,64 y 99.

Autobuses/1h Intersecciones	Grupo de carriles					
	1.1.	1.2.	2.1.	2.2.	3.1.	3.2.
1.	18	8				
2.	13					
3.	5	8	18			
4.	18	5				
5.	-					
6.	26		5			

Tabla 5 - Intensidad autobuses línea Intersección de estudio, F.P.

6.1.3. Regulación semafórica

Como indica Daniella Rodríguez en el artículo *Revisión del Hcm 2010 y 2000 Intersecciones Semaforizadas*, el semáforo es la variable directa de las intersecciones semaforizadas el cual distribuye el tiempo entre los movimientos conflictivos que se dan, para así poder dar un excelente funcionamiento a la capacidad de la misma, sin llegar a sobresaturar sus accesos. De lo que se deduce la importancia de estos elementos, que se controlan mediante el plan de fases, la asignación de tiempos en verde, duración del ciclo. Todas estas características de los semáforos presentes en esta intersección se detallan en la tabla 6.

Los ciclos semafóricos de esta intersección tienen una duración de 120 segundos. Se puede diferenciar entre aquellos que reciben los movimientos de giros a derecha, en los cuales suele coincidir el verde para peatones junto con el ámbar para vehículos después de una pequeña fase en rojo lo que permite la descongestión de las intersecciones si el tráfico peatonal es reducido como ocurre en esta zona en la actualidad. El resto de ciclos está formada por una fase en verde, un tiempo de cambio de 3 segundos y una fase en rojo. Todos estos ciclos se coordinan formando la regulación de la intersección.

El semáforo 12 da acceso desde el norte de la Carretera de Malilla a la intersección por lo que no aparece dentro de este estudio.

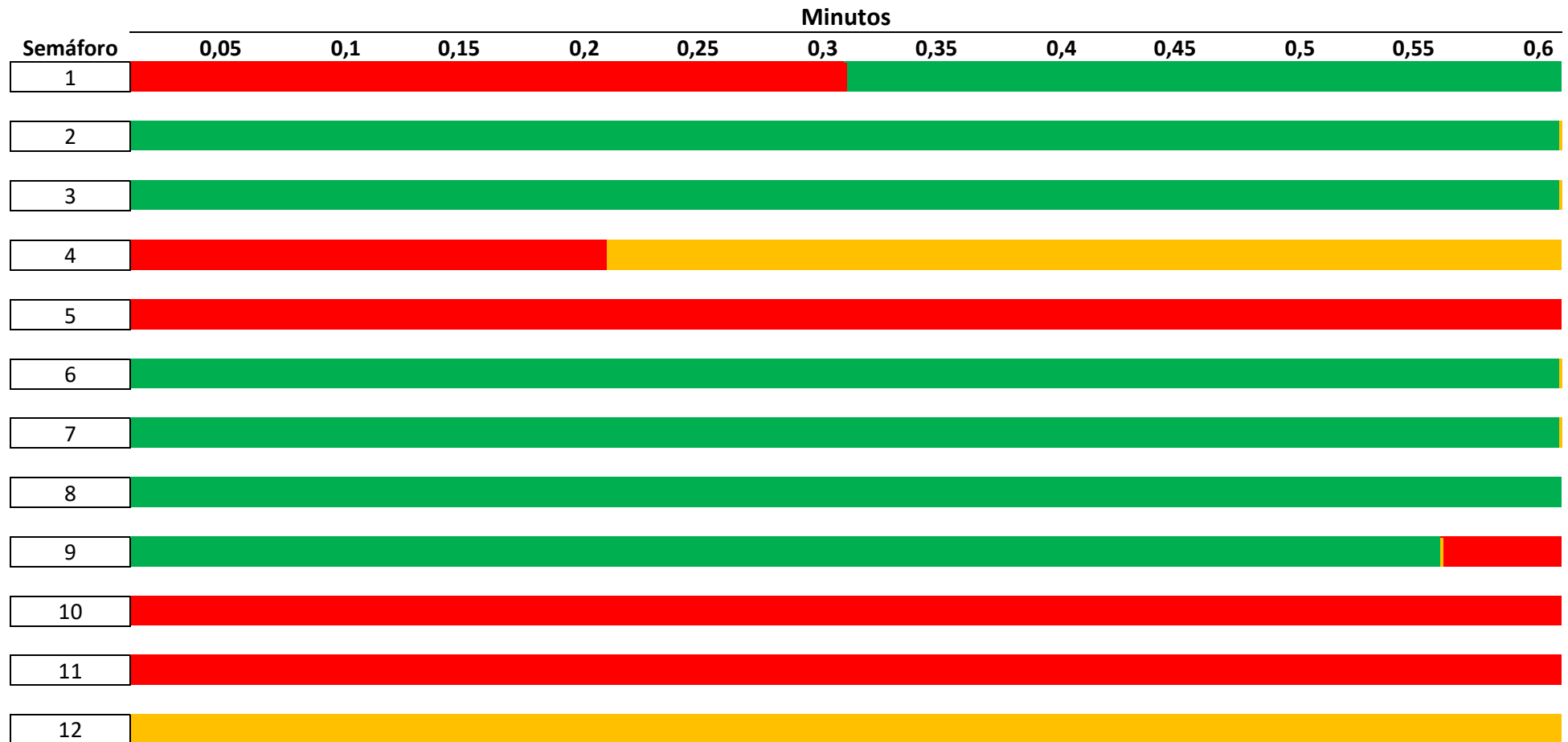


Ilustración 42 - Localización semáforos Intersección de estudio, F.P.



Máster en ingeniería de Caminos Canales y Puertos

Mejora de la capacidad y funcionalidad de la intersección semaforizada en la Avenida Fernando Abril Martorell con la Carretera de Malilla mediante la aplicación del "High Capacity Manual"
2010



Mejora de la capacidad y funcionalidad de la intersección semaforizada en la Avenida Fernando Abril Martorell con la Carretera de Malilla mediante la aplicación del "High Capacity Manual"
2010

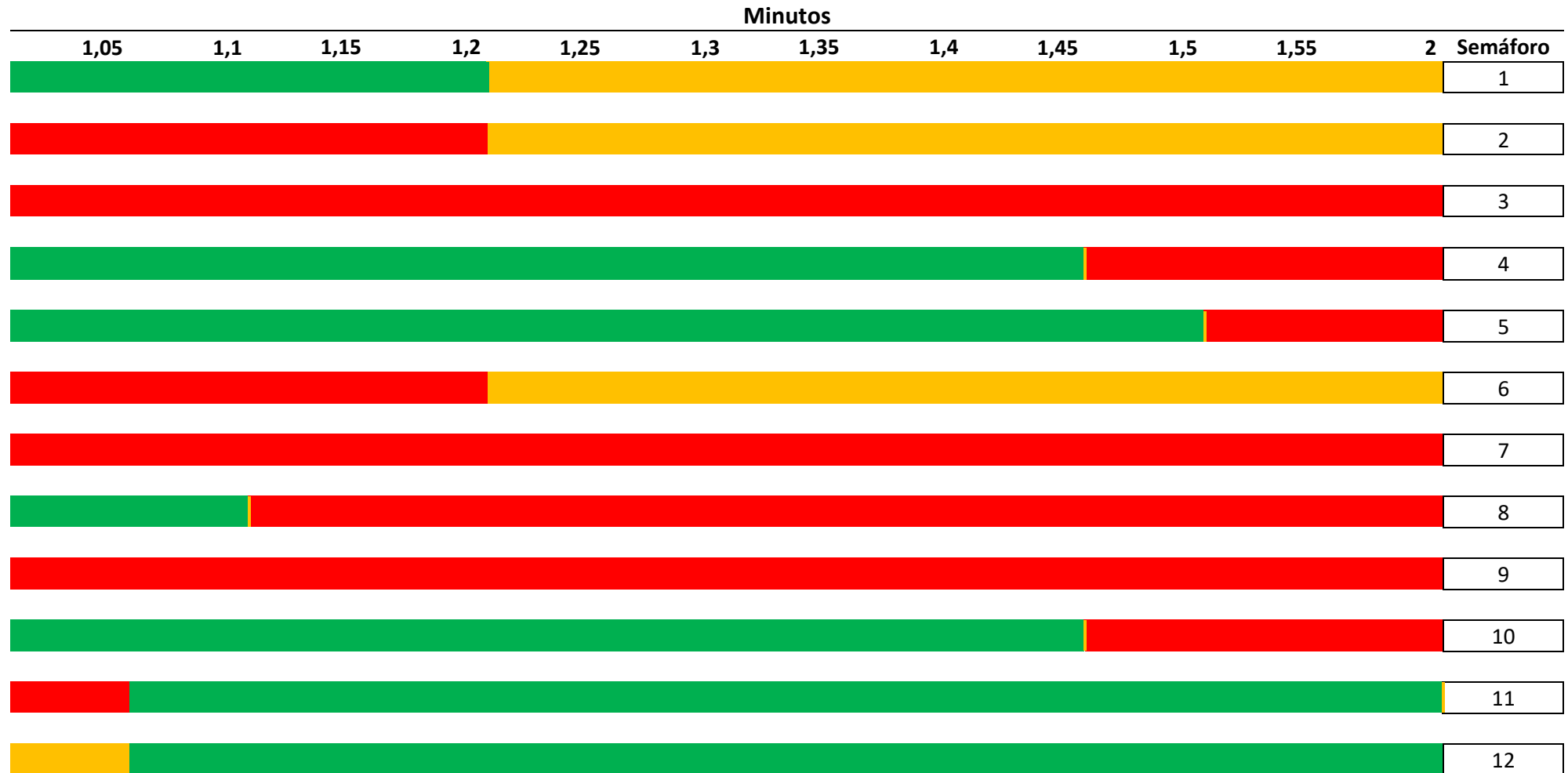


Tabla 6 - Descripción ciclos semafóricos de la Intersección de estudio, F.P.

6.2. Aplicación del HCM

La aplicación se desarrolla a partir de los datos mostrados en el apartado anterior para cada una de las intersecciones que forman la intersección de estudio.

6.2.1. Cálculo de la intensidad de saturación

Siguiendo la secuencia de cálculo del apartado 4.3., una vez determinados los flujos de intensidad por grupos de carriles, llegaríamos al paso 4, intensidad de saturación. La intensidad de saturación se calcula en función de las condiciones de la intersección de estudio aplicando la siguiente fórmula para cada uno de los grupos de carriles:

$$S = S_o f_w f_{HV} f_g f_p f_{bb} f_a f_{LU} f_{LT} f_{RT} f_{Lpb} f_{Rpb}$$

Estas condiciones se reflejan a través de los factores desarrollados en puntos anteriores, afectando a la intensidad de saturación base (S_o) que se considera un valor de 1900 veh/h/carril.

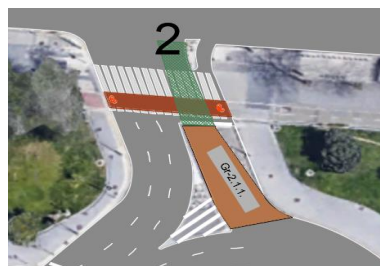
6.2.1.1. Intersección 1



Grupo de carril (Gr.)	Intersección 1	
	1.1.1.	1.1.2.
Intensidad de saturación (S)	7294	1545

Tabla 7 - Intensidad de saturación, Intersección 1.

6.2.1.2. Intersección 2



		Intersección 2
Grupo de carril (Gr.)		2.1.1.
Intensidad de saturación (S)		1514

Tabla 8 -Intensidad de saturación, Intersección 2.

6.2.1.3. Intersección 3



		Intersección 3		
Grupo de carril (Gr.)		3.1.1.	3.1.2.	3.2.1.
Intensidad de saturación (S)		1530	5471	7295

Tabla 9 -Intensidad de saturación, Intersección 3.

6.2.1.4. Intersección 4



		Intersección 4	
Grupo de carril (Gr.)		4.1.1.	4.1.2.
Intensidad de saturación (S)		7296	1824

Tabla 10 -Intensidad de saturación, Intersección 4.

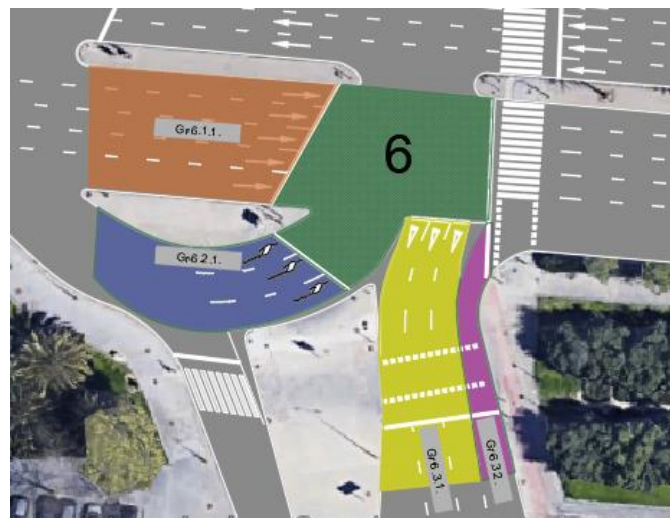
6.2.1.5. *Intersección 5*



		Intersección 5
Grupo de carril (Gr.)		5.1.1.
Intensidad de saturación (S)		1900

Tabla 11 -Intensidad de saturación, Intersección 5.

6.2.1.6. *Intersección 6*



		Intersección 6			
Grupo de carril (Gr.)		6.1.1.	6.2.1.	6.3.1.	6.3.2.
Intensidad de saturación (S)		9499	5699	5700	1594

Tabla 12 -Intensidad de saturación, Intersección 6.

6.2.2. Determinar la capacidad de la intersección

Como se define en el paso 6 del punto 4.3., la capacidad de la intersección está basada en el concepto de intensidad de saturación obtenida anteriormente, además de la proporción de verde efectivo del grupo de carriles.

$$c_i = N \cdot s_i \cdot g_i / C$$

Aplicando esta fórmula se obtiene la capacidad para cada uno de los grupos de carriles:

6.2.2.1. Intersección 1

Grupo de carril (Gr.)	Intersección 1	
	1.1.1.	1.1.2.
Intensidad de saturación (S)	7294	1545
Verde efectivo (g/C)	0.53	0.53
Capacidad (veh./h)	3647	772

Tabla 13 - Capacidad de saturación, Intersección 1.

6.2.2.2. Intersección 2

Grupo de carril (Gr.)	Intersección 2
	2.1.1.
Intensidad de saturación (S)	1515
Verde efectivo (g/C)	0.74
Capacidad (veh./h)	1086

Tabla 14 - Capacidad de saturación, Intersección 2

6.2.2.3. Intersección 3

Grupo de carril (Gr.)	Intersección 3		
	3.1.1.	3.1.2.	3.2.1.
Intensidad de saturación (S)	1530	5471	7295
Verde efectivo (g/C)	0.45	0.45	0.48
Capacidad (veh./h)	650	2325	3343

Tabla 15 - Capacidad de saturación, Intersección 3.

6.2.2.4. Intersección 4

Grupo de carril (Gr.)	Intersección 4	
	4.1.1.	4.1.2.
Intensidad de saturación (S)	7295	1824
Verde efectivo (g/C)	0.5	0.5
Capacidad (veh./h)	3465	866

Tabla 16 - Capacidad de saturación, Intersección 4.

6.2.2.5. Intersección 5

	Intersección 5
Grupo de carril (Gr.)	5.1.1.
Intensidad de saturación (S)	1900
Verde efectivo (g/C)	0.74
Capacidad (veh./h)	1361

Tabla 17 - Capacidad de saturación, Intersección 5.

6.2.2.6. Intersección 6

	Intersección 6			
Grupo de carril (Gr.)	6.1.1.	6.2.1.	6.3.1.	6.3.2.
Intensidad de saturación (S)	9499	5699	5700	1594
Verde efectivo (g/C)	0.44	0.4	0.44	0.44
Capacidad (veh./h)	3957	2137	2375	664

Tabla 18 - Capacidad de saturación, Intersección 6.

6.2.2.7. Volumen/capacidad

Para conocer lo cerca que está el grupo de carriles de la saturación se utiliza la relación volumen/capacidad (X). Esta relación ayuda a conocer el grupo de carriles crítico de una intersección.

$$X_i = V_i/c_i$$

	Intersección 1	
Grupo de carril (Gr.)	1.1.1.	1.1.2.
V (demanda) [veh/h]	1352	420
c (capacidad) [veh/h]	3647	772
X (proporción)	0.37	0.54

Tabla 19 - Relación Volumen / Capacidad, Intersección 1.

	Intersección 2
Grupo de carril (Gr.)	2.1.1.
V (demanda) [veh/h]	400
c (capacidad) [veh/h]	1085
X (proporción)	0.37

Tabla 20 - Relación Volumen / Capacidad, Intersección 2.

	Intersección 3		
Grupo de carril (Gr.)	3.1.1.	3.1.2.	3.2.1.
V (demanda) [veh/h]	260	1160	1700
c (capacidad) [veh/h]	650	2325	3343
X (proporción)	0,4	0,5	0,50

Tabla 21 - Relación Volumen / Capacidad, Intersección 3.

Grupo de carril (Gr.)	Intersección 4	
	4.1.1.	4.1.2.
V (demanda) [veh/h]	1476	320
c (capacidad) [veh/h]	3465	866
X (proporción)	0,425	0.37

Tabla 22 - Relación Volumen / Capacidad, Intersección 4.

Grupo de carril (Gr.)	Intersección 5
	5.1.1.
V (demanda) [veh/h]	720
c (capacidad) [veh/h]	1361
X (proporción)	0,52

Tabla 23 - Relación Volumen / Capacidad, Intersección 5.

Grupo de carril (Gr.)	Intersección 6			
	6.1.1.	6.2.1.	6.3.1.	6.3.2.
V (demanda) [veh/h]	1940	308	412	88
c (capacidad) [veh/h]	3958	2137	2375	664
X (proporción)	0.49	0,14	0,17	0.13

Tabla 24 - Relación Volumen / Capacidad, Intersección 6

Esta relación demanda/capacidad no es la utilizada para obtener el nivel de servicio, basado en la percepción de los usuarios mediante la demora media, pero da una idea del estado general de la intersección, además de ser útil para su análisis y resolución de conflictos.

6.2.3. Determinar la demora media

Para la obtención del nivel de servicio se emplea el concepto de demora media, formado en su forma abreviada por tres términos:

$$d = d_1 \cdot PF + d_2$$

6.2.3.1. Intersección 1

Grupo de carril (Gr.)	Intersección 1	
	1.1.1.	1.1.2.
d1	16,81	18,94
PF	0.67	0.635
d2	0.29	2,74
d	17,77	22,32

Tabla 25 - Cálculo de la demora media, Intersección 1.

6.2.3.2. Intersección 2

Grupo de carril (Gr.)	Intersección 2
	2.1.1.
d1	5,51
PF	0.05
d2	0,97
d	6,52

Tabla 26 - Cálculo de la demora media, Intersección 2

6.2.3.3. Intersección 3

Grupo de carril (Gr.)	Intersección 3		
	3.1.1.	3.1.2.	3.2.1.
d1	22,13	23,40	21,23
PF	0.73	0.73	0,691
d2	1,83	0.768	0,55
d	24,7	24,90	22,48

Tabla 27 -Cálculo de la demora media, Intersección 3

6.2.3.4. Intersección 4

Grupo de carril (Gr.)	Intersección 4	
	4.1.1.	4.1.2.
d1	19,06	18.39
PF	0.67	0.67
d2	0.38	1.21
d	20,11	20.28

Tabla 28 -Cálculo de la demora media, Intersección 4

6.2.3.5. Intersección 5

Grupo de carril (Gr.)	Intersección 5
	5.1.1.
d1	6,58
PF	0.052
d2	1,473
d	8,11

Tabla 29 -Cálculo de la demora media, Intersección 5

6.2.3.6. Intersección 6

Grupo de carril (Gr.)	Intersección 6			
	6.1.1.	6.2.1.	6.3.1.	6.3.2.
d1	23,87	22,92	20,25	19.86
PF	0.739	0.78	0.739	0.739
d2	0,436	0,14	0,16	0.413
d	25,04	23,84	21,15	21.02

Tabla 30 -Cálculo de la demora media, Intersección 6

6.2.4. Determinar el nivel de servicio

En el último punto de la secuencia de cálculo ya se tienen todos los datos para la obtención del nivel de servicio de los grupos de carriles de cada intersección. Este nivel de servicio se obtiene mediante la relación de la demora obtenida en el apartado anterior.

Nivel de Servicio	Demora media (s/veh)
A	$d \leq 10$
B	$10 < d \leq 20$
C	$20 < d \leq 35$
D	$35 < d \leq 55$
E	$55 < d \leq 80$
F	$d > 80$

Tabla 31 - Relación Nivel de servicio - demora.

6.2.4.1. Intersección 1

Grupo de carril (Gr.)	Intersección 1	
	1.1.1.	1.1.2.
d	17,77	22,32
Nivel de servicio	B	C

Tabla 32 - N.S. Intersección 1.

6.2.4.2. Intersección 2

Grupo de carril (Gr.)	Intersección 2
	2.1.1.
d	6,53
Nivel de servicio	A

Tabla 33 - N.S. Intersección 2.

6.2.4.3. Intersección 3

Grupo de carril (Gr.)	Intersección 3		
	3.1.1.	3.1.2.	3.2.1.
d	24,69	24,90	20,11
Nivel de servicio	C	C	C

Tabla 34 - N.S. Intersección 3

6.2.4.4. Intersección 4

Grupo de carril (Gr.)	Intersección 4	
	4.1.1.	4.1.2.
d	20,11	20,28
Nivel de servicio	C	C

Tabla 35 - N.S. Intersección 4

6.2.4.5. Intersección 5

Grupo de carril (Gr.)	Intersección 5
	5.1.1.
d	8,11
Nivel de servicio	A

Tabla 36 - N.S. Intersección 5

6.2.4.6. Intersección 6

Grupo de carril (Gr.)	Intersección 6			
	6.1.1.	6.2.1.	6.3.1.	6.3.2.
d	25,05	23,84	21,15	21,02
Nivel de servicio	C	C	C	C

Tabla 37 - N.S. Intersección 6

6.3. Análisis de resultados

Una vez obtenidos los resultados del nivel de servicio aplicando la metodología del Highway Capacity Manual, se comprueba como se obtienen resultados muy satisfactorios en cuanto al servicio de la intersección, del total de los grupos de carriles se obtiene lo siguiente:

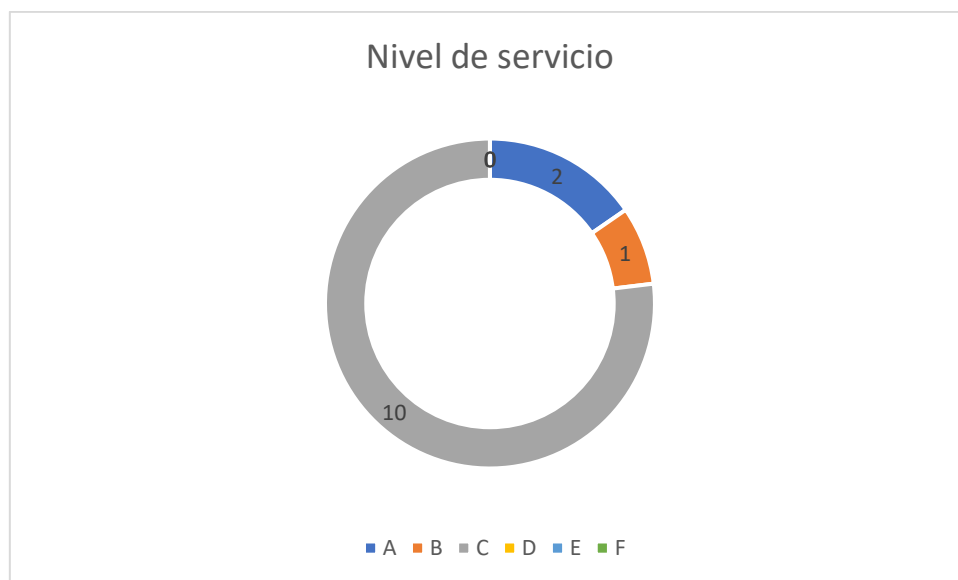


Ilustración 43 - Gráfico N.S. estado actual

El 15% de los grupos de carriles tienen un nivel de servicio A, el 8% un nivel B, y un 77% de las intersecciones con un nivel C. Desde el nivel A donde el avance de los vehículos es extremadamente favorable, hasta el nivel C, donde la progresión de los vehículos es de mediana calidad, aunque teniendo en cuenta que todas estas intersecciones con nivel C tienen demoras muy próximas al nivel B (20 segundos). Por todo ello, a nivel teórico la intersección funciona sin ningún problema en cada ciclo semaforico, lo que se confirma con la proporción volumen/capacidad, en todos los casos inferior a 1.

A nivel práctico se observa que no en todos los casos los resultados obtenidos teóricamente se ajustan a lo observado en la intersección durante su estudio. En la práctica, la acumulación de vehículos en las intersecciones 2 y 5 afectan a determinados grupos de las intersecciones 3 y 6 respectivamente y viceversa.



Ilustración 44 - Imagen colapso grupo 2 y 3, Intersección de estudio. F.P.

La imagen superior corresponde con la acumulación de vehículos en la intersección 2, lo que provoca problemas para el grupo 3.1.2. de la tercera intersección, reduciendo el número de carriles y por tanto su capacidad.

Lo mismo ocurre en la intersección 5 con la intersección 6. Donde pueden interferirse las colas generadas en el funcionamiento de ambas intersecciones.



Ilustración 45 - Colapso intersección 5 y 6. F.P.

Con todo esto y ante los resultados obtenidos se puede afirmar que el Manual de Capacidad no muestra unos resultados que se correspondan con la realidad. Como indican diferentes autores, el HCM nos ofrece el método más extendido para la planificación, diseño y análisis operacional de los modos de transporte, pero no puede ser olvidado que este manual está calibrado para las condiciones de tráfico de Norte América. Hay, además, importantes diferencias entre los tipos de vehículos, tamaños y operacionales entre este país y España.

El mismo HCM, en su capítulo 16 indica que esta metodología no tiene en cuenta el impacto de las condiciones de tráfico aguas abajo de la intersección de estudio, y en este caso, aguas arriba. Lo que afecta de manera inequívoca a la capacidad de la intersección.

A continuación, se analiza con más detalle la relación entre la intersección 2 y 3 para conocer los motivos de los problemas que se crean entre ambas. Para este análisis se utilizan esquemas donde vehículos de longitud 4,5m y 2 m de ancho representan los vehículos observados en los ciclos analizados.

Para el análisis de la interferencia entre las intersecciones 2 y 3 se analizan 3 casos observados:

- Caso 1:

Los vehículos almacenados en el grupo 1.2 de la tercera intersección reducen la capacidad de la segunda intersección.



Ilustración 46 - Caso 1_ Colapso grupo 2 y 3

El esquema anterior pretende ser una representación de la imagen mostrada anteriormente.

- Caso 2:



Ilustración 47 - Caso 2_ Colapso grupo 2 y 3

Es habitual que cuando el almacenamiento del grupo 1.2 de la intersección 3 está completo, algunos conductores utilicen el cebreado como espacio de almacenamiento, pudiendo bloquear el paso a los vehículos de la intersección 2.



Ilustración 48 - Comportamiento conductores grupo 3.

- Caso 3:

Como se puede imaginar el caso 3 se basa en la reducción del espacio de almacenamiento de la intersección 3 por acumulación de vehículos en la intersección 2.



Ilustración 49 - Caso 3_ Colapso grupo 2 y 3

Para los tres casos, los semáforos que son afectados son el 1 para la intersección 2 y el 11 para la intersección 3. El ciclo de ambos es de 120 segundos, formado por tres fases, roja, verde y ámbar para el primero y de dos, roja y verde, el segundo.

Analizando el caso 1 y 2, estos se desarrolla el siguiente proceso:

- Comenzando en el segundo 0, los semáforos 1 y 11 se encuentran en su ciclo en rojo, recibe los vehículos de la intersección 1, ya que están abiertos los de la avenida principal. Empiezan a acumularse los vehículos en las dos áreas de almacenamiento, una vez superado el vértice inferior derecho del cebreado, ambas áreas pasan a ser la misma.
- Segundo 30, el semáforo 1 se pone en verde, los vehículos de la intersección 2 comienzan a pasar, pero en los casos 1 y 2, el almacenamiento de los vehículos

del grupo de carriles 3.1.2. reducen o bloquean la circulación de los de la segunda intersección. Solo se vacía los que se acumulaban en el espacio de almacenamiento de la segunda intersección.

- Segundo 65, el semáforo 11 se pone en verde, primero empiezan a circular los vehículos que circulan por el grupo 3.1.1. y 3.1.2., pero solo los que se aproximan desde la Carretera de Malilla, ya que los del grupo 3.1.2. que provienen del cambio de sentido deben ceder el paso a los primeros. Por lo tanto, estos siguen bloqueando a los de la segunda intersección, que siguen teniéndolo en verde. Además, el semáforo 7 ha cambiado de fase y ahora llegan los vehículos de los semáforos 5 y 10, aumenta el número de vehículos.
- Segundo 80, el semáforo 1 cambia de fase a ámbar, por el comienzan a circular peatones y ciclistas, se les debe de ceder el paso por lo que la circulación no es tan fluida.
- Segundo 120, tanto el semáforo 1 como 11 cambian de fase a rojo, comienza el ciclo.

Analizando el caso 3:

- Segundo 0 se corresponde con los casos anteriores.
- Segundo 30, si es precedido de un caso 1 o 2, existirá la acumulación de vehículos del ciclo anterior más los acumulados en el paso anterior. La fase en verde no es suficiente para vaciar el área de acumulación y bloquea el paso a los vehículos de la intersección 3.
- Segundo 65, el semáforo 11 cambia a fase verde, al reducir la sección de paso los vehículos de la segunda intersección, junto con el ceda el paso a los vehículos de la carretera de malilla, se complica la evacuación.
- A partir del segundo 80 se repite el ciclo de los casos anteriores.

Este último caso es menos habitual, ya que el ciclo semafórico del semáforo 1, junto con el número de peatones y ciclista que cruzan el semáforo, no suelen generar problemas de congestión con las intensidades actuales.

En los casos 1 y 2 se puede comprobar como cobra una gran importancia los vehículos que circulan por la carretera de Malilla en dirección sur, ya que estos tienen preferencia y genera que la evacuación de los vehículos del grupo 3.2.2. procedentes del cambio de sentido se complique y por ello los conductores empleen el cebreado como el caso 2, sobre todo intentando girar a derechas para continuar por la Avenida de Fernando Abril Martorell dirección oeste, debiendo girar antes a izquierdas para realizarlo por el semáforo 9.

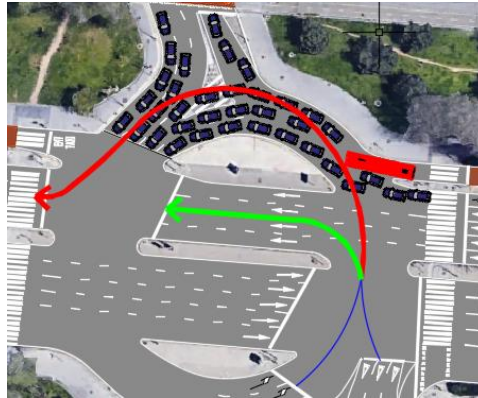


Ilustración 50 - Movimientos conductores grupo 6

6.4. Conclusiones

Con el análisis anterior se pretende mostrar a grandes rasgos la problemática actual de la intersección, que actualmente no presenta grandes colapsos, pero sí que ayuda a conocer los puntos débiles de la misma.

La intersección se puede dividir en dos partes principales, los grupos de carriles cuya trayectoria es continuar recto por el Bulevar, grupos 1.1.1, 3.2.1, 4.1.1. y 6.1.1. y los grupos de carriles orientados a permitir los cambios de trayectoria y conectar con los ramales de la Carretera de Malilla, el resto. De los primeros se comprueba como su capacidad actual es suficiente para resolver las intensidades a las que son sometidos. Por otra parte, los grupos de carriles destinados a los cambios de sentido, se observa como en determinadas ocasiones empiezan a sufrir colapso, como se ha demostrado, esto se produce por la suma de diferentes circunstancias, las preferencias en el tráfico y la geometría de las intersecciones.

A pesar de todo esto, es claro que actualmente se podría definir esta intersección como con una capacidad más que adecuada para el tráfico actual, por lo tanto, sin necesidad de actuación para su mejora. Los conductores no sufren demoras apreciables para considerar actuaciones.

Como se menciona a principio de este trabajo, la importancia del estudio de esta intersección reside en el estado futuro. Debido al crecimiento que está experimentando el barrio de Malilla, Quatre Carrers y el nuevo barrio de Fuente de San Luis, se estima un aumento importante en la intensidad del tráfico en un plazo de un año. Por todo ello, en el siguiente apartado se analiza en base a unos estudios de tráfico, la respuesta de la intersección para este nuevo escenario.

7. ANÁLISIS DE LA CAPACIDAD DE LA INTERSECCIÓN SEGÚN EL HCM 2010 PARA EL ESCENARIO FUTURO

En este capítulo se va a analizar el comportamiento de la intersección para el escenario futuro, donde se tendrá en cuenta los nuevos desarrollos urbanísticos ejecutados recientemente y en ejecución actualmente, pero sobre todo, el PAI que se está desarrollando en Fuente de San Luis, principal causa del aumento de desplazamientos en la intersección de estudio.

7.1. Parámetros de entrada

El nuevo escenario parte de las mismas características geométricas y misma regulación semafórica que el escenario presente desarrollado anteriormente, por lo tanto, lo único que varía en este nuevo escenario son determinadas condiciones de tráfico, como volúmenes de vehículos y flujos de peatones, manteniendo los movimientos y grupos de carriles. El objetivo de esta suposición consiste en estudiar cómo reaccionaría la intersección al estar sometida a un aumento de tráfico sin realizar ninguna actuación. Suponiendo que el comportamiento de los conductores no varía al no variar las características geométricas, y por ello se mantienen los mismos grupos de carriles que en el escenario anterior.

7.1.1. Características del tráfico

7.1.1.1. Análisis de la demanda. Generación y atracción de viajes en función de los usos del suelo

El volumen de demanda por movimientos se obtiene incrementando a la demanda actual la demanda generada por los movimientos asociados a las nuevas actuaciones, por ello es necesario desarrollar las actuaciones que se están realizando alrededor de la intersección para conocer la generación de viajes que ellas generan.

Tomando como base el Plan de Movilidad Urbana Sostenible de la ciudad de Valencia (PMUS Valencia) redactado en el año 2013, se encuentran los sectores de suelo urbanizable previstos por el Plan General vigente que afectan a la intersección, son los siguientes:

SECTOR	CODIGO	SUPERFICIE (m2)	IEB	EDIF. TOTAL (m2t)	USO DOMIN.
Malilla Norte	SUBLEP-Rm-R6	341.252	0.9	307.127	RESIDENCIAL
Malilla Sur	SUBLEP-Rm-R7	40.031	1.01	40.031	RESIDENCIAL
Fuente San Luis	SUBLEP-Rm-Ter-R8	77.759	0.95	74.259	RESIDENC-TERCIARIO
TOTALES PARC.		459.042		421.417	

Tabla 38 - Datos nuevos sectores, PMUS 2013.

Para la obtención de la demanda futura se utiliza las actuaciones que se están desarrollando o están previstas que se desarrollen próximamente, ya que se tiene la certeza de que estas generarán demanda.



Ilustración 51 - Localización nuevas actuaciones residenciales, F.P.

PROMOCIONES			
Nombre	Nº de viviendas	Habitaciones/viv media	Habitantes
Quatre Carreres Urban	116	4	288
Neimor Homes	417	3	1035
Alquería Homes	48	3	120
Saler Homes	100	3	248
Aura Malilla	44	3	110
Bulevar Malilla	47	3	117
AQ Turia	1200	3	2976
TOTAL	1972		4894

Tabla 39 - Relación incremento habitantes nuevas residencias, E.Accesos, ANALYST INVIERTE 21 S.L

Conociendo el número de viviendas de cada promoción y cogiendo 2,5 habitantes por vivienda que es la media en España actualmente (INE, ECH, Enero 2017) y el parámetro recomendado por la LOTUP, se obtiene que se incrementa en 4894 habitantes. Si nos basamos en los datos del Ministerio de Fomento (Movilia, 2006), el número medio de desplazamientos por persona en día laborable es de 2,8 viajes/persona/día, que en Valencia se encuentran mayoritariamente motivados por cuestiones laborales (63%), siendo el modo privado mecanizado el dominante en estos desplazamientos. Además, tomando como referencia la información de la Estrategia Territorial de la Comunidad Valenciana (Generlitat Valenciana, 2011), establece que el número total de viajes por persona de las nuevas áreas residenciales, 2 corresponden a medios mecanizados, y de ellos el 75% lo haga en vehículo privado, suponiendo una ocupación de 1,2 viajeros/veh.

ESTIMACIÓN TRÁFICO VEHICULAR					
Nombre		Habitantes	Desplazamientos	Desp. Vehículo privado	Vehículos
1	Quatre Carreres Urban	288	806,4	432	360
2	Neimor Homes	1035	2898	1552,5	1294
3	Alquería Homes	120	336	180	150
4	Saler Homes	248	694,4	372	310
5	Aura Malilla	110	308	165	138
6	Bulevar Malilla	117	327,6	175,5	147
Sub Total		1918	5370.4	2877	2399
7	AQ Turia	2976	8332,8	4464	3720
TOTAL		4894	13703,2	7341	6119

Tabla 40 - Relación habitantes- vehículos nuevas actuaciones, F.P.

De los resultados anteriores se ha diferenciado entre las primeras 6 promociones y la última, al tratarse las primeras de promociones aisladas de uso residencial frente a la última que conlleva una dotación de suelo residencial, terciario y equipamientos como se detalla más adelante. Por lo tanto, para las primeras podemos suponer estrictamente el número de vehículos mostrado en la tabla anterior, aplicándole un porcentaje que representa la distribución de recorridos.

Mediante la distribución zonal se obtiene un grafo que permite determinar el porcentaje de vehículos que circularán por la intersección de estudio. Para este grafo se tiene en cuenta los modelos de demanda de transporte, que se conciben básicamente como modelos matemáticos que permiten explicar los viajes que se producirán en el futuro entre los nuevos desarrollos y el resto de zonas de la ciudad de Valencia y alrededores, mediante un modelo gravitacional basado en el siguiente grafo:

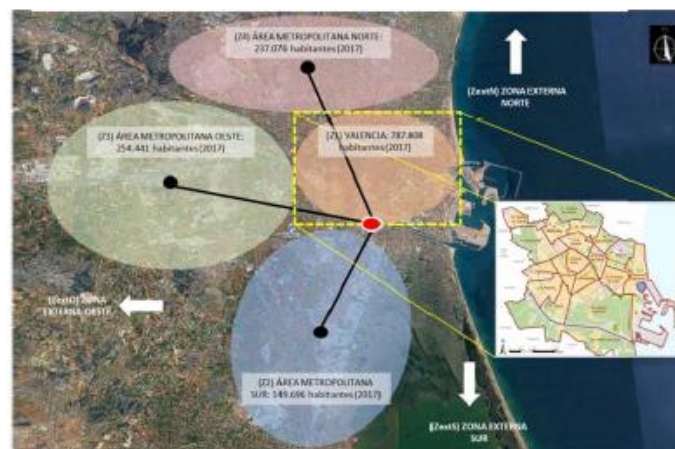


Ilustración 52 Grafo demanda transporte de las nuevas actuaciones, ANALYST INVIERTE 21 S.L

En este caso se considera suficientemente aproximado asumir una atracción de viajes entre las distintas zonas proporcional a la población de cada una, simplificando el modelo y quedando dos variables:

- Variable de atracción de viajes: volumen de población de la zona de destino del viaje.
- Variable limitativa: distancia de recorrido entre el nuevo desarrollo y las zonas de destino.

Por lo tanto, este modelo distribuye los viajes de forma proporcional a la población de la zona de destino e inversamente proporcional a la distancia según la siguiente expresión:

$$V_{ij} = f(Pob_j, D_{ij})$$

Siendo:

V_{ij} = viajes entre la zona i y la zona j

Pob_j = población de la zona j

D_{ij} = distancia entre la zona i y la zona j

Las distancias se calculan colocando el centroide en el núcleo de gravedad poblacional de cada zona, utilizando los recorridos de la red viaria actual. Se obtiene así el porcentaje de viajes generados por las nuevas áreas residenciales. De estos recorridos solo utilizaremos aquellos que circulen por la intersección de estudio, aquellos distritos que se sitúen al oeste y sur de las nuevas áreas.

Alqueria Homes - Aura Malilla - Bulevar Malilla – Sky Homes				1729 veh.
Zona	Población	Dist. Centroide	% atracc. viajes	Veh/día
Ciutat Vella	26769	7,8	2%	29
L'Eixample	42406	3,8	6%	95
Extramurs	48287	4	6%	103
Campanar	37562	7,4	3%	43
L'Olivereta	48221	5,2	5%	79
Patraix	57573	4,9	6%	100
Jesús	52261	1,9	14%	235
Quatre Carreres	73664	3	12%	210
Poblats Marítims	57590	7,2	4%	68
Camins al Grau	65119	5,4	6%	103
Algirós	37191	8,3	2%	38
Rascanya	52749	15	2%	30
Benicalap	45460	14	2%	28
Pobles del Nord	6529	15	0%	4
Pobles del Oest	13993	11	1%	11
Pobles del Sud	20228	4,4	2%	39
AM OESTE	254441	12	10%	181

Tabla 41 - Cálculo vehículos atraídos por las nuevas actuaciones_1. F.P.

Quatre Carreres Urban – Saler Homes				670 veh.
Zona	Población	Dist. Centroide	% atracc. viajes	Veh/día
Extramurs	48287	5	5%	34
L'Olivereta	48221	6.6	4%	26
Patraix	57573	4,7	6%	43
Jesús	52261	2.5	11%	73

Tabla 42 - Cálculo vehículos atraídos por las nuevas actuaciones_2. F.P

Por lo tanto, con estas 6 actuaciones el incremento de vehículos que circularán por la intersección se incrementa en 1572 vehículos al día en días laborables, asumiendo que se puede estimar como que el 9% de estos desplazamientos se realizarán en las horas punta, queda 142 veh/h, distribuido de la forma que se muestra en la tabla 41 y 42.

Por último queda analizar el Sector de Suelo Urbanizable Fuente de San Luis, compuesto por 232.449,38m² de techo residencial y 109.622,19 m² de techo terciario, lo que lo diferencia de las actuaciones anteriores y obliga a analizar de forma diferente el uso residencial del terciario al conllevar diferentes características de transporte.

El análisis de este sector se basa en el estudio de tráfico redactado por ANALYST INVIERTE 21 S.L donde comienza analizando la demanda de tráfico generada por el uso residencial del sector. Como se ha indicado anteriormente, se estima que el uso residencial genere 3720 vehículos diarios desplazándose por motivos laborales. Una parte de estos vehículos se desplazarán internamente dentro del propio sector, fundamentalmente para realizar las actividades de ocio, compras o deportivas y en menor medida para desplazarse a los puestos de trabajo dentro del propio sector, pero se considera que la mayoría de las relaciones en vehículo privado se producirán con el exterior, estimándose en una proporción del 80% sobre el total.

VIAJES EN VEHÍCULO PRIVADO GENERADOS POR EL USO RESIDENCIAL (veh/día)	
INTERNOS	EXTERNOS
744	2976

Tabla 43 - Distribución de viajes generados por las nuevas actuaciones

Por otra parte, el uso terciario y de equipamientos de este sector se reparte de la siguiente forma:

MANZANA	SUELO (m2sn)	TECHO (m2t)	SBA previsto (m2t)	USO	USO
T1 TER-3	3.516,28	24.613,95	17.850	TERCIARIO	Oficinas
T2 TER-3	2.063,83	8.255,32	6.150	TERCIARIO	Oficinas
T3 TER-RC	77.759,07	74.259,00	44.500,00	TERCIARIO	75% Comercial / 25% Oficinas
T4 TER-4	6.234,80	2.493,92	-	TERCIARIO	Subestación
	89.573,98	109.622,19	68.500,00	TERCIARIO	

Tabla 44 - Distribución de viajes generados por el sector terciario en las nuevas actuaciones, ANALYST INVIERTE 21 S.L.

Por su parte, las superficies destinadas a equipamientos son las siguientes:

MANZANA	SUELO (m2)	TECHO (m2t)	USO
SED-1	12.500,10	27.500,22	EQUIPAMIENTO EDUCATIVO
SED-2	12.028,12	26.461,86	EQUIPAMIENTO EDUCATIVO
SRD	14.976,41	32.948,10	EQUIPAMIENTO RECREATIVO DEPORTIVO
VARIAS	63.498,31		ZONA VERDE

Tabla 45 – Relación de superficies del sector equipamientos en las nuevas actuaciones, ANALYST INVIERTE 21 S.L.



Ilustración 53 - Distribución de equipamientos en el nuevo barrio de Fuente de San Luis, ANALYST INVIERTE 21 S.L.

Los ratios de generación de viajes diarios correspondientes a los distintos usos del suelo se reparte siguiendo la siguiente estructura:

RATIOS DE VIAJES GENERADOS/DÍA			
USO	RATIO	SUPERFICIE	VIAJES GENERADOS
Uso comercial	50 viajes/100 m2 de techo	55.694,25	27.847 viajes/día
Uso de oficinas	15 viajes/100 m2 de techo	51.434,02	7.715 viajes/día
Equipamientos	20 viajes/100 m2 de techo	89.910,18	17.382 viajes/día
Zonas verdes	5 viajes/100 m2 de techo	63.498,31	3.175 viajes/día
TOTAL			56.119 viajes/día

Tabla 46 - Generación de viajes según uso del suelo nuevo barrio FSL, F.P.

Como se ha hecho anteriormente con el uso residencial, de los viajes generados hay que realizar un reparto modal según el uso de cada área:

- Uso de oficinas:

El reparto modal de los desplazamientos producidos por motivos laborales se distribuye de la siguiente manera según la Encuesta de Movilidad de las Personas Residentes en España (2006.2007) en Valencia:

Vehículo privado	63,3 %
Transporte público	12,8%
Desplazamiento a pie	24%

Tabla 47 - Porcentaje reparto de modal desplazamientos, IME

Al tratarse de un nuevo desarrollo, a fecha de hoy no existe transporte público dentro de esta nueva área, aunque es de esperar que por las características del mismo y su población asociada en un futura existe conexión de transporte público. Por ello se considera adecuado y dentro del lado de la seguridad elevar a 75% el modo de vehículo privado.

OFICINAS. ESTIMACIÓN DE VIAJES EN VEHÍCULO PRIVADO			
VIAJES GENE./DIA	VIAJES VEH. PRIVADO (75%)	OCUPACIÓN VEHICULAR	VEHÍCULOS/ DÍA
7.715	5786	1,2 pers/veh	4821

Tabla 48 – Viajes generados por el sector oficinas en vehículo privado en el nuevo sector FSL.

- Equipamiento educativo:

El uso de vehículo privado se reduce notablemente cuando se trata de movilidad por estudios, en cuyo caso se incrementan los desplazamientos a pie. Considerando en 27% los desplazamientos en vehículo privado, con una ocupación de 2,2 personas por vehículo:

EDUCATIVO. ESTIMACIÓN DE VIAJES EN VEHÍCULO PRIVADO			
VIAJES GENE./DIA	VIAJES VEH. PRIVADO (27%)	OCUPACIÓN VEHICULAR	VEHÍCULOS/ DÍA
10.792	2.914	2,2 pers/veh	1.324

Tabla 49 - Viajes generados por el sector educativo en vehículo privado en el nuevo sector FSL.

- Equipamiento recreativo deportivo:

Al igual que el caso anterior este espacio dará servicio fundamentalmente al propio Sector residencial, por ello los desplazamientos generalmente se realizarán a pie, siendo probable un 30% de desplazamientos en vehículos privados procedentes del exterior.

RECREATIVO-DEPORTIVO. ESTIMACIÓN DE VIAJES EN VEHÍCULO PRIVADO			
VIAJES GENE./DIA	VIAJES VEH. PRIVADO (30%)	OCUPACIÓN VEHICULAR	VEHÍCULOS/ DÍA
6.590	1.977	1,2 pers/veh	1.648

Tabla 50 - Viajes generados por el sector recreativo-deportivo en vehículo privado en el nuevo sector FSL.

- Uso comercial:

Para este caso se tiene en cuenta la distribución de la oferta comercial de la ciudad, obteniendo así el área de influencia de esta nueva. Además, basándose en la experiencia de estudios de otros centros comerciales similares se obtienen los siguientes datos:

COMERCIAL. ESTIMACIÓN DE VIAJES EN VEHÍCULO PRIVADO (UN SENTIDO)								
Lunes/ Jueves			Viernes			Sábado		
SBA (m2)	Ratio: (veh/día)/ m2 SBA	Veh/día	SBA (m2)	Ratio: (veh/día)/ m2 SBA	Veh/día	SBA (m2)	Ratio: (veh/día)/ m2 SBA	Veh/día
33.375	0,23	7.676	33.375	0,27	9.011	33.375	0,3	10.012

Tabla 51 - Viajes generados por el sector comercial en vehículo privado en el nuevo sector FSL.

En día laborable en hora punta la estimación de viajes tiene relación con la entrada de trabajadores al área comercial. Dicho número puede estimarse considerando 47,25 trabajadores/ 100m2 de SBA:

$$33.375 (m^2SBA) / 47,25 = 706 \text{ trabajadores}$$

Asumiendo un total de 1,5 turnos de trabajo por día, y una participación del vehículo privado del 75% y una ocupación vehicular de 1,2 resulta:

$(706 / 1,5 * 0,75) / 1,2 = 294 \text{ veh/h}$ entrando al Sector de 8h a 9h en día laborable asociados al uso comercial.

Aplicando la distribución zonal mediante un modelo gravitacional, de la misma forma que anteriormente en el uso residencial, mediante las distancias a las zonas gravitacionales de destino y de procedencia, teniendo en cuenta las entradas y salidas del sector, se obtiene la asignación de tráfico para las nuevas entradas y salidas del sector en las horas punta (9% de la IMD diaria).

Las salidas del nuevo desarrollo solo serán posibles a través de la Ronda Sur, y de la V-30 (MD) sentido A-7 identificadas con los números 1 y 2 respectivamente en el siguiente esquema gráfico:

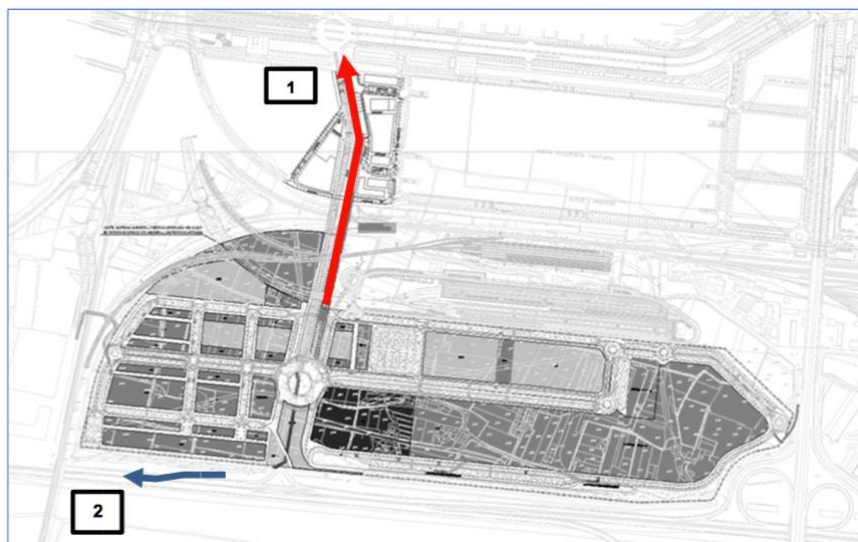


Ilustración 54 - Identificación salidas del nuevo barrio FSL, , ANALYST INVIERTE 21.

Por su parte, las posibilidades de entrada al Sector son sin embargo diferentes a las salidas, empleándose la siguiente numeración de accesos cuyo esquema gráfico se presenta a continuación:

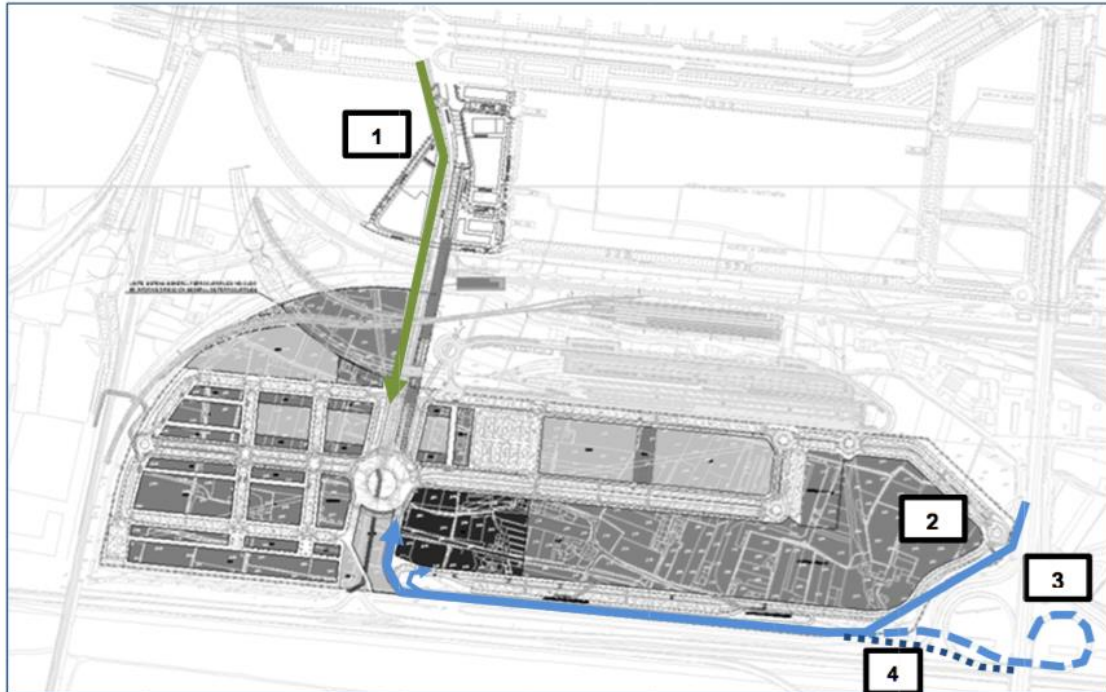


Ilustración 55- Identificación entradas del nuevo barrio FSL, , ANALYST INVIERTE 21.

Uso	Veh/día	Salida 1	Entrada 1	Salida 1	Entrada 1
		% v./h.punta	% v./h.punta	Veh/h.punta	Veh/h.punta
Residencial	334,8	51%	50%	16	16
Oficinas	4821	51%	50%	223	219
Educativo	1324	100%	100%	120	120
Recreativo - deportivo	1648	50%	50%	75	75
Comercial	10718	40%	43%	386	414
				820,00	844,00

Tabla 52 - Distribución vehículos entradas y salidas nuevo barrio FSL.

7.1.1.2. Demanda por grupo de carriles

Obtenida la generación y atracción de viajes por el uso del suelo para todas las nuevas actuaciones, aplicado a las horas punta, se pueden distribuir por los grupos de carriles que componen la intersección, siendo la misma distribución que se describe en el punto 6, obteniendo la matriz O-D para el escenario futuro:

Veh/h	Grupo de carriles					
	1.1.	1.2.	2.1.	2.2.	3.1.	3.2.
Intersecciones						
1.	1352	741				
2.	556					
3.	343	1550	2207			
4.	1476	898				
5.	1923					
6.	1964		308		919	464

Tabla 53 - Intensidad de vehículos intersección estudio escenario futuro, F.P.

Si se compara el resultado de la matriz mostrada con la matriz expuesta en el escenario presente podemos comprobar como se produce los siguientes aumentos de tráfico:

Veh/h	Grupo de carriles					
	1.1.	1.2.	2.1.	2.2.	3.1.	3.2.
Intersecciones						
1.	0%	43%				
2.	28%					
3.	24%	25%	23%			
4.	0%	64%				
5.	63%					
6.	3%		0%		55%	81%

Tabla 54 - Incremento de tráfico con respecto escenario presente. F.P.

Es destacable el aumento considerable de tráfico en aquellos grupos de carriles que dan acceso o salida al sur de carretera de Malilla. Estos accesos y salidas soportarán incrementos de hasta el 81% del tráfico actual debido al aumento de población de las nuevas actuaciones que utilizarán estos carriles para comunicarse entre sus viviendas y el resto de las zonas de la ciudad, notándose menos en aquellos grupos de carriles que permiten la continuidad por la Ronda Sud, donde no se esperan incrementos significativos.



Ilustración 56 - Gráfico aumento de la intensidad escenario futuro Intersección de estudio.

7.1.1.3. Demanda de autobuses de línea

Se espera que una o varias líneas conecten el nuevo PAI con el resto de la ciudad, pero hasta la fecha no se conoce ni el número ni el recorrido de las líneas, por ello se emplea el mismo esquema de líneas mostrado en el punto 6.1.2.3 para el escenario presente.

7.2. Aplicación del HCM

El nuevo escenario implica un cambio en las características de intensidades, pero no contempla ninguna variación en la geometría de la intersección, por lo tanto, se aplican las mismas características geométricas mostradas en el punto 6.1. La aplicación de las mismas características geométricas que el escenario presente hace que los resultados obtenidos en el punto 6.2.1 de cálculo de intensidades de saturación sean de aplicación en este punto, donde posteriormente se compararán con las intensidades obtenidas en el punto 7.1.1.2.

7.2.1. Volumen/capacidad

Para conocer lo cerca que está el grupo de carriles de la saturación se utiliza la relación volumen/capacidad (X). Esta relación ayuda a conocer el grupo de carriles crítico de una intersección.

$$X_i = V_i/c_i$$

Grupo de carril (Gr.)	Intersección 1	
	1.1.1.	1.1.2.
V (demanda) [veh/h]	1352	741
c (capacidad) [veh/h]	3648	772
X (proporción)	0.37	0,96

Tabla 55 - Relación Volumen / Capacidad, Escenario Futuro, Intersección 1.

Grupo de carril (Gr.)	Intersección 2
	2.1.1.
V (demanda) [veh/h]	556
c (capacidad) [veh/h]	1085
X (proporción)	0.51

Tabla 56 - Relación Volumen / Capacidad, Escenario Futuro, Intersección 2.

Grupo de carril (Gr.)	Intersección 3		
	3.1.1.	3.1.2.	3.2.1.
V (demanda) [veh/h]	359	1550	2207
c (capacidad) [veh/h]	650	1549	3343
X (proporción)	0.53	1	0.66

Tabla 57 - Relación Volumen / Capacidad, Escenario Futuro, Intersección 3

Grupo de carril (Gr.)	Intersección 4	
	4.1.1.	4.1.2.
V (demanda) [veh/h]	1476	898
c (capacidad) [veh/h]	3465	866
X (proporción)	0.43	1,03

Tabla 58 - Relación Volumen / Capacidad, Escenario Futuro, Intersección 4

Grupo de carril (Gr.)	Intersección 5
	5.1.1.
V (demanda) [veh/h]	1923
c (capacidad) [veh/h]	1361
X (proporción)	1.41

Tabla 59 - Relación Volumen / Capacidad, Escenario Futuro, Intersección 5

Grupo de carril (Gr.)	Intersección 6			
	6.1.1.	6.2.1.	6.3.1.	6.3.2.
V (demanda) [veh/h]	1964	308	919	464
c (capacidad) [veh/h]	3958	2137	2375	664
X (proporción)	0.49	0.14	0.38	0.70

Tabla 60 - Relación Volumen / Capacidad, Escenario Futuro, Intersección

Esta relación demanda/capacidad no es la utilizada para obtener el nivel de servicio, basado en la percepción de los usuarios mediante la demora media, pero da una idea del estado general de la intersección, además de ser útil para su análisis y resolución de conflictos.

7.2.2. Determinar la demora media

Para la obtención del nivel de servicio se emplea el concepto de demora media, formado en su forma abreviada por tres términos:

$$d = d_1 \cdot PF + d_2$$

7.2.2.1. Intersección 1

Grupo de carril (Gr.)	Intersección 1	
	1.1.1.	1.1.2.
d1	18,41	28,93
PF	0,67	0,67
d2	0,29	24,54
d	19,3	54,14

Tabla 61- Cálculo de la demora media, Escenario Futuro Intersección 1.

7.2.2.2. Intersección 2

Grupo de carril (Gr.)	Intersección 2
	2.1.1.
d1	25,35
PF	0,75
d2	1,72
d	27,8

Tabla 62 - Cálculo de la demora media, Escenario Futuro Intersección 2

7.2.2.3. Intersección 3

Grupo de carril (Gr.)	Intersección 3		
	3.1.1.	3.1.2.	3.2.1.
d1	25,59	34,5	25,24
PF	0,75	0,756	0,72
d2	3,06	23,17	1,04
d	29,41	58,42	27,00

Tabla 63 - Cálculo de la demora media, Escenario Futuro Intersección 3

7.2.2.4. Intersección 4

Grupo de carril (Gr.)	Intersección 4	
	4.1.1.	4.1.2.
d1	20,73	31,5
PF	0,7	0,70
d2	0,38	41,08
d	21,81	73,28

Tabla 64 - Cálculo de la demora media, Escenario Futuro Intersección 4

7.2.2.5. Intersección 5

Intersección 5	
Grupo de carril (Gr.)	5.1.1.
d1	37,5
PF	0.80
d2	190,25
d	228,55

Tabla 65 - Cálculo de la demora media, Escenario Futuro Intersección 5

7.2.2.6. Intersección 6

Intersección 6				
Grupo de carril (Gr.)	6.1.1.	6.2.1.	6.3.1.	6.3.2.
d1	25,74	24,77	24,34	28,8
PF	0.764	0,8	0,764	0,764
d2	0,44	0,14	0,47	6,015
d	26,94	25,72	25,58	35,58

Tabla 66 - Cálculo de la demora media, Escenario Futuro Intersección 6

7.2.3. Determinar el nivel de servicio

En el último punto de la secuencia de cálculo ya se tienen todos los datos para la obtención del nivel de servicio de los grupos de carriles de cada intersección. Este nivel de servicio se obtiene mediante la relación de la demora obtenida en el apartado anterior.

Nivel de Servicio	Demora media (s/veh)
A	$d \leq 10$
B	$10 < d \leq 20$
C	$20 < d \leq 35$
D	$35 < d \leq 55$
E	$55 < d \leq 80$
F	$d > 80$

7.2.3.1. Intersección 1

Intersección 1		
Grupo de carril (Gr.)	1.1.1.	1.1.2.
d	19,37	54,14
Nivel de servicio	B	D

Tabla 67 - N.S. escenario Futuro Intersección 1

7.2.3.2. Intersección 2

Intersección 2	
Grupo de carril (Gr.)	2.1.1.
d	27,83
Nivel de servicio	C

Tabla 68 - N.S. Escenario Futuro Intersección 2

7.2.3.3. Intersección 3

Intersección 3			
Grupo de carril (Gr.)	3.1.1.	3.1.2.	3.2.1.
d	29,41	58,42	27
Nivel de servicio	C	E	C

Tabla 69 - N.S. Escenario Futuro Intersección 3

7.2.3.4. Intersección 4

Intersección 4		
Grupo de carril (Gr.)	4.1.1.	4.1.2.
d	21,81	73,29
Nivel de servicio	C	E

Tabla 70 - N.S. Escenario Futuro Intersección 4

7.2.3.5. Intersección 5

Intersección 5	
Grupo de carril (Gr.)	5.1.1.
d	228
Nivel de servicio	F

Tabla 71 - N.S. escenario futuro Intersección 5

7.2.3.6. Intersección 6

Intersección 6				
Grupo de carril (Gr.)	6.1.1.	6.2.1.	6.3.1.	6.3.2.
d	26,94	25,72	25,58	35,58
Nivel de servicio	C	C	C	D

Tabla 72 - N.S. escenario futuro Intersección 6

7.3. Análisis de resultados

El escenario futuro aparece un aumento importante del tráfico de vehículos debido a la aparición de nuevos desarrollos con las mismas características en general, desarrollos de altas densidades. Este incremento como se ha visto anteriormente implica el aumento de tráfico en algunos casos de hasta el 81% en algunos grupos de carriles, lo que hace que el tráfico en hora pico aumente en 2324 vehículos en todo el sistema.

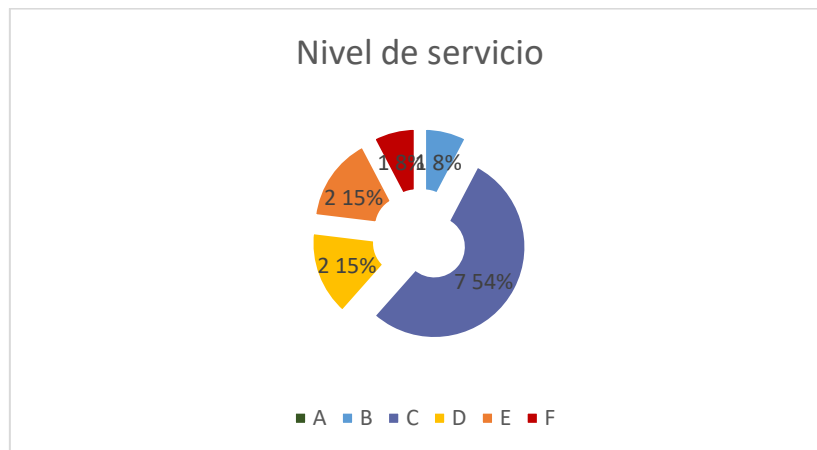


Ilustración 57 - Gráfico resultado N.S. Escenario Futuro

Se obtiene en un 8% de los grupos de carriles un nivel de servicio B, 54% de los grupos de carriles un nivel de servicio C, en un 15% un nivel E y se llega a tener en un 8% de los grupos un nivel F.



Ilustración 58 - Estado N.S. escenario futuro grupos de carriles

El mapa anterior muestra, como ocurría en el caso del escenario presente, como los grupos de carriles destinados a la circulación de los vehículos por la Avenida de Fernando Abril Martorell no presenta grandes problemas con niveles B o C a pesar del incremento del tráfico más destacable en algunos grupos como el 3.2.1.

Los problemas empiezan a aparecer en los carriles de la Avenida destinados a la incorporación hacia el Norte o Sur mediante el giro a derechas. Estos grupos con niveles de servicio en el caso anterior, B para el caso del grupo 1.1.2 y C para el grupo de carriles 4.1.2, pasan a niveles C y E respectivamente en este nuevo escenario. Este empeoramiento se debe al incremento de entorno al 60% del tráfico para estos grupos. Cabe recalcar que como se explica en el escenario presente, el HCM 2010 no se adapta a las características de todos los grupos de carriles como en este caso. Destacando el grupo 1.1.2 con un NS C, con las mismas características que el escenario presente es obvio que surgirán los mismos problemas mostrados en el caso 1 y 2 del escenario presente, e incluso incrementados debido al aumento de tráfico, por lo que el grupo 3.1.2, con un NS E empeora. Todo esto afecta al grupo 2 y por consiguiente al grupo 1.1.2, que a pesar de su nivel de servicio C sin tener en cuenta lo que se acaba de explicar, se supone que sufrirá mayores demoras y por tanto niveles de servicio muy por encima del C obtenido aplicando estrictamente el HCM 2010.

En cuanto al grupo 4.1.2 con un importante empeoramiento en su NS, encontramos los mismos problemas que en el caso anterior. Mediante el gráfico siguiente se intenta explicar el efecto de los ciclos semaforicos en el empeoramiento sobre el tráfico. Para entenderlo es necesario saber que muestra el efecto de la aproximación mediante una velocidad constante de los vehículos que circulan por un solo carril de los grupos de carriles detallados.

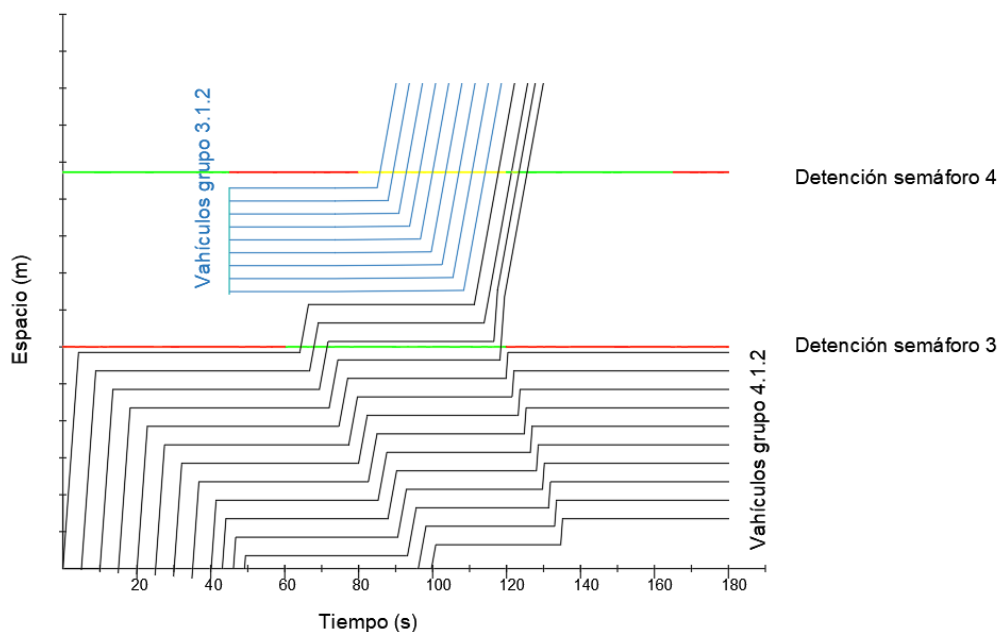


Ilustración 59 - Gráfico Espacio- Tiempo vehículos grupo 4 y 5 escenario future.

En el instante $t=0$ de este gráfico los vehículos que llegan del Bulevar Sud (color negro) con una velocidad de 50km/h por el grupo de carriles 4.1.2 se encuentran el semáforo 3 en fase roja, se detienen hasta que la fase pasa a verde en $t=60s$. Una vez se reanuda la marcha con una velocidad de 20km/h se encuentran con los vehículos procedentes del grupo 3.1.2 (color azul) que se dirigen hacia el Sur de la carretera de Malilla, detenidos por la fase roja del semáforo 4. En este punto es importante mencionar que se encontrarán también con los vehículos que están en el área de almacenamiento del grupo 6.1.1, lo que reduce el área de almacenamiento del grupo 5. Una vez pase el semáforo 4 a fase ámbar $t=80s$, los vehículos comienzan a pasar con cautela, consiguiendo pasar todos los procedentes del grupo 3.1.2 pero solo 4 del grupo 4.1.2, ya que a pesar de que la fase verde del 4 es larga, el 3 ha pasado a fase roja, por lo que los vehículos del grupo 4.1.2 no pueden llegar a esta fase y se acumulan aguas debajo del semáforo 3.

Los grupos 3.1.1 y 3.1.2 aumentan un 24% y 25% respectivamente al ser salida directa de algunas nuevas promociones, pasando en el caso del grupo 3.1.2 a un nivel de servicio E.

7.4. Conclusiones

En el estado actual se ha visto como la respuesta de la intersección no presenta mayores problemas y es capaz de responder de forma adecuada con bajas demoras y niveles de servicio aceptables, pero el incremento elevado de tráfico debido a los nuevos desarrollos urbanísticos afecta de una forma desigual a los diferentes grupos de carriles. Los recorridos que los nuevos usuarios eligen para realizar sus trayectos están fuertemente determinados por las características geométricas de la intersección y sus alrededores, por ellos las entradas y salidas de estos nuevos desarrollos marcan de forma clara la afección desigual en la intersección, observando en determinados grupos incrementos de más del 80% mientras que en otros casos el incremento es anecdótico.

Aproximadamente el 70% de los grupos de carriles se encuentran en un nivel C o mejor, mientras que el 30% se encuentra entre un nivel D y F, por lo que a primera vista se podría afirmar que el funcionamiento de la intersección ha empeorado con respecto al escenario presente, pero a grandes rasgos sigue funcionando. Ante estos resultados hay que tener en cuenta lo que el HCM 2010 explica en la *Interpretación de los Resultados* del capítulo 18, donde advierte que un mismo nivel de servicio puede variar su significado según la zona y las circunstancias de donde se encuentre la intersección estudiada. Es por ello por lo que en este caso se debe tener en cuenta que la intersección de estudio forma parte de la salida y entrada del Hospital de La Fe, y por ello se debe ser más estricto en los niveles de servicio a exigir. Por otra parte, los resultados vienen determinados por las limitaciones del HCM 2010.

Como se ha comentado en el análisis de este nuevo escenario, siguen siendo manifiestas las limitaciones de la aplicación del HCM 2010 a la hora de tener en cuenta las afecciones de bloqueos aguas abajo de las zonas estudiadas en la intersección. Estas limitaciones vuelven a comprobarse en los grupos de carriles 1.1.2 con el 3.1.2 y el 4.1.2 con el 5.1.1, donde efectivamente el primer análisis del escenario presente mostraba una mayor debilidad. A pesar de ser problemas idénticos estos vienen provocados por elementos diferentes, y por tanto se debe plantear diferentes soluciones.

Por último, para tener en cuenta la interpretación de los niveles de servicios obtenidos hay que tener en cuenta que dentro de ese 30% mostrado anteriormente, todos ellos se encuentran en salidas y entradas a estos nuevos desarrollos por lo que su afección puede ser más sufrida por los usuarios y por ello el nivel de aceptación por parte de estos, menor.

Los grupos de carriles destinados a la circulación por la Avenida de Fernando Abril Martorell siguen sin presentar problemas de congestión, por lo tanto, su dimensionamiento es adecuado para el nuevo escenario futuro. El problema aparece en las incorporaciones a las entradas y salidas de la Avenida hacia la Carretera de Malilla así como en los accesos y salidas de los nuevos desarrollos.

El grupo 1.1.2 da acceso a los vehículos que proceden del noreste de la ciudad al nuevo barrio de Fuente de San Luis mediante un cambio de sentido pasando por los grupos 3.1.2 y 5.1.1. Este movimiento es uno de los más críticos en esta intersección, debido a que estos vehículos se acumulan en el área de almacenamiento del grupo de carriles 3.1.2 y posteriormente en la del 5.1.1, con los problemas ya vistos anteriormente. A los vehículos que proceden el grupo 1.1.2 se le suman en el grupo de carriles 3.1.2 los que salen de las actuaciones que se desarrollan al norte de la intersección por la vía deservicio. Esto provoca que este grupo sufra sobrecarga que se va trasladando hacia aguas abajo de este grupo, desarrollado en los siguientes esquemas:

- Instante $t=0$ seg.



Ilustración 60 - Estado tráfico instante $t=0$ escenario futuro grupo 2 y 3

En este momento el grupo de carriles 1.1.2 tiene el semáforo en verde, aquellos vehículos con intención de hacer un cambio de sentido mediante el grupo 3.1.2 se encuentran con el semáforo 11 en fase roja y por lo tanto se encuentran con varios

problemas. El primero es en sí la fase roja haciendo que se acumulen en un área de almacenamiento de por sí reducida para el volumen de vehículos futuro, por otra parte, se encuentran con aquellos vehículos que proceden de la carretera de malilla, por lo que sus dos carriles se convierten en uno. Todo esto hace que algunos vehículos al ver que no pueden van a pasar el semáforo 11 en la siguiente fase en verde o cuya intención es continuar por la Avenida, empiecen a utilizar el cebreado como área de almacenamiento. La suma de todos estos factores hace que se reduzca el espacio de circulación de aquellos vehículos procedentes del grupo 1.1.2 cuyo destino es la Carretera de Malilla por medio del grupo 2.1.1. Estos últimos vehículos tienen el semáforo 1 en fase verde, pero se encuentran con los vehículos que salen de la vía de servicio hacia el grupo 3.1.1 o 3.1.2, por lo que la capacidad de vaciado del grupo 2.1.1 se reduce drásticamente, haciendo que tanto vehículos del grupo 3.1.2 como los del 2.1.1 se acumulen en la Avenida dentro del grupo 1.1.2, algunos sin poder pasar el semáforo 7.

- Instante $t=65\text{seg}$



Ilustración 61 - Estado tráfico instante $t=65\text{s}$ escenario futuro grupo 2 y 3

El semáforo 11 pasa a fase verde, pero el semáforo 7 pasa a fase roja 5 segundos antes, por lo que no todos los vehículos del grupo 1.1.2 consiguen pasar el semáforo. El grupo 3.1.2 empieza a vaciarse de forma muy lenta ya que se encuentran con los vehículos del grupo 3.1.1 que pasan a almacenarse en el semáforo 2 al estar este en fase roja.

Llegan los vehículos del norte de la Carretera de Malilla (vehículos verdes) que se dirigen a los grupos 3.1.1 y 3.1.2, se encuentran con los ya acumulados en estos grupos de la fase anterior. Lo mismo ocurre en el grupo 2.1.1, que continúa teniendo su fase en verde que, junto con el vaciado de los vehículos de la vía de servicio, facilita que los de la fase anterior y los primeros vehículos que proceden de los grupos 6 puedan circular.

- Instante $t=80$



Ilustración 62 - Estado tráfico instante $t=80s$ escenario futuro grupo 2 y 3

Veinte segundos después el semáforo 2 pasa a fase ámbar, permitiendo que los vehículos comiencen a vaciar la zona de almacenamiento y facilitando el paso de los vehículos de la zona del semáforo 11.

El semáforo 11 pasa a fase roja 40 segundo más tarde. Suponiendo una velocidad de 10Km/h para los primeros vehículos que se dirigen hacia el grupo 5 por las condiciones de tráfico del momento, y reduciéndola a 5 Km/h para los últimos en desplazarse se obtiene que 15 de los 28 vehículos que quedan por cruzar el semáforo 11 no lo conseguirán. Por lo tanto, 13 vehículos de la primera fase (azules) tendrán que esperarse a la siguiente fase.

Por otra parte, el grupo 4.1.2, que da acceso a los vehículos que proceden del suroeste de la ciudad al nuevo barrio de Fuente de San Luis por el grupo 5.1.1, incrementa de forma notable el número de vehículos que circulan por él. Este incremento de tráfico junto con la relación semafórica mostrada en el punto anterior genera que las colas superen el área de almacenamiento en el semáforo 3 y seguramente empiecen a ocupar carriles de otros grupos intentando superar la fase en verde, lo que provocará que aguas arriba se genere situaciones de almacenamiento que impidan el paso y por tanto empeoren el nivel de servicio del grupo 5.1.1 y 6.2.1.

En ambos casos los ciclos semafóricos influyen de forma clara en los niveles de servicio, en el primer caso con el grupo de carriles 3.1.1 y 3.1.2, el semáforo 11 y 2 no se coordinan de forma correcta entre el segundo 65 y el 80, generando la acumulación de vehículos del grupo 3.1.1 e impidiendo el vaciado de la zona de almacenamiento del grupo 3.1.2. Un posible cambio en la regulación de estos ciclos podría mejorar el resultado del nivel de servicio de estos dos grupos y posiblemente el del grupo 1.1.2. Pero el número de vehículos al que están sometidos estos grupos, así como sus características, hace suponer que es necesario algo más. En el caso del grupo 4.1.2 y 5.1.1, se ha demostrado como el ciclo de los semáforos 3 y 4 afecta directamente al colapso de estos grupos, por lo que una variación de estos ciclos podría ser una solución factible al problema.

8. PRESENTACIÓN Y ELECCIÓN DE PROPUESTAS

8.1. Introducción

Las soluciones a los problemas expuestos en los apartados anteriores se presentan mediante diversas propuestas con diferentes niveles de afectación en la intersección por su aplicación. Las soluciones pueden ser de aplicación única o combinada teniendo en cuenta que los problemas que se han encontrado son acotados en el tiempo y en el espacio, por lo que una combinación de estos puede ser la mejor solución.

Los problemas en el ramal derecho del grupo 1 y posteriormente en el 2 y 3 vienen provocados por ser inferior el espacio de almacenamiento que el volumen de vehículos que acceden a este, además de unos ciclos muy cortos para permitir el paso del volumen de vehículos sometido en ese ciclo. Por otra parte, el ramal derecho del grupo 4 y los grupos 5 y 6, se trata más de la longitud de los ciclos que de los espacios de almacenamientos. Por todo ello, las propuestas de actuación se centran en las siguientes ideas de menor a mayor afección:

- Modificación de la regulación vial

La regulación vial abarca numerosos elementos capaces de influir en la capacidad y el funcionamiento de una intersección, desde la señalización horizontal en la intersección, la señalización vertical y los ciclos semafóricos estarían dentro de este apartado. Como se ha visto la señalización horizontal como los ciclos semafóricos son los causantes de algunos de los problemas que afectan a esta intersección.

La variación de la señalización horizontal puede variar los movimientos de los vehículos en la intersección, las zonas de almacenamiento, las velocidades y el comportamiento de los conductores en la elección de los carriles. Mientras que los ciclos semafóricos se pueden adaptar a los volúmenes de tráfico a los que es sometido en cada momento el grupo o los grupos de carriles afectados, generando un nuevo equilibrio de demoras en la intersección y reduciendo el número de vehículos en las áreas de almacenamiento en cada ciclo.

- Modificar el entorno de la intersección

El problema principal de la intersección en el escenario futuro viene por el incremento de volumen de vehículos al que es sometida, por lo que una posible solución puede venir por el reequilibrio de rutas de estos vehículos. Sin necesidad de modificar las características de la intersección se puede forzar a la elección de nuevas rutas a los conductores atrayéndoles a rutas más accesibles por su comodidad y demora, o mediante determinadas prohibiciones que obliguen al desvío de determinados tráfico por zonas menos masificadas.

- Modificar elementos de la intersección

Modificar cualquiera de los factores que afectan a la capacidad del Highway Capacity Manager puede generar una mejora en el nivel de servicio de la intersección, por ello trabajar con los elementos a los que se refiere estos factores como número de carriles, proporción de vehículos pesados o paradas de autobuses puede generar una mejora sustancial.

- Modificar las características geométricas de la intersección

La geometría de la intersección también afecta de forma directa al comportamiento que los conductores tienen en sus maniobras, velocidades y elecciones de carriles, así como en el número de vehículos que las zonas de almacenamiento son capaces de absorber.

En las intersecciones de cuatro ramales como es el caso, cobra una mayor importancia la geometría de esta por generar una mayor influencia según el número de ramales y, por tanto, los movimientos que esta permite.

Cuando hablamos de geometría se debe pensar en las características geométricas bidimensionales y tridimensionales, por esto se debe pensar en las opciones a diferentes niveles como posibles soluciones a los problemas de una intersección. Un enlace a diferente nivel permite aumentar la capacidad de una intersección de forma directa con una menor afección al resto de tráfico de la intersección.

Para este tipo de soluciones se debe tener muy presente las limitaciones y condicionantes marcados por la normativa para generar una solución cómoda y segura además de las posibilidades reales técnicas y económicas para llevarla a cabo.

8.2. Presentación de propuestas

Los apartados anteriores han mostrado como las zonas más conflictivas de esta intersección se encuentran en los grupos de carriles que permiten tomar los ramales de incorporación a la Carretera de Malilla o para realizar los cambios de sentido, provocado principalmente por los vehículos que por una parte salen de las nuevas actuaciones al noreste de la intersección, por otra parte, por aquellos que acceden al nuevo barrio de Fuente de San Luis. Cada uno de estos movimientos afectan de forma indirecta al resto de la intersección, por ello la solución de estos dos focos genera la mejora general de la intersección. Por tanto, el objetivo de la solución debe ser el permitir la circulación del volumen de vehículos generado por las nuevas actuaciones sin que este afecte al resto de la intersección.

Como se ha indicado anteriormente la solución puede venir del conjunto de dos tipos de soluciones, lo que permitiría ajustar de una forma más acertada para cada momento y zona al volumen y tipo de tráfico.

En primer lugar, según los tipos de soluciones expuestas anteriormente, analizando las inmediaciones de la intersección se podría plantear como ruta alternativa la autovía V-30 para el acceso al barrio de Fuente de San Luis, de hecho, en el proyecto de accesos al barrio proyecta un triple enlace de acceso que permite la conexión tanto con la V-30 como con la V-21. Esto podría hacer que, frente a las dificultades del acceso por la Carretera de Malilla, los vehículos que en un primer estudio se plantea que acceden por este ramal pasasen a elegir los accesos de la V-30 o V-21, pero los problemas encontrados en la Carretera de Malilla se amplificarían en estas alternativas, sumado a que se trata de dos autovías ya por si al límite de capacidad en sus horas punta. Teniendo en cuenta estos argumentos y la importancia que tiene la Avenida de Avenida Fernando Abril Martorell, Bulevar Sud, como eje principal de la ciudad se debe descartar la generación de rutas alternativas, al menos de uso general, como solución al problema.



Ilustración 63 - Propuesta accesos alternativos nuevo barrio FSL, escenario futuro.

Dentro de las medidas de regulación vial se encuentra la alternativa del cambio de ciclo como medida poco intrusiva, con una inversión mínima y una gran capacidad en la regulación del tráfico. Esta medida se puede coordinar con medidas de otras características que ayuden a canalizar el tráfico de una forma más eficaz mediante el replanteo de determinados grupos de carriles y medidas geométricas de la intersección que reduzcan el volumen al que son sometidos determinados grupos de carriles.

8.2.1. Señalización horizontal y variación de los ciclos semafóricos

La variación del ciclo semafórico de un solo semáforo en una intersección de este tipo implica el cambio de ciclo de toda la intersección al estar interrelacionados para coordinar todos los movimientos de forma segura.

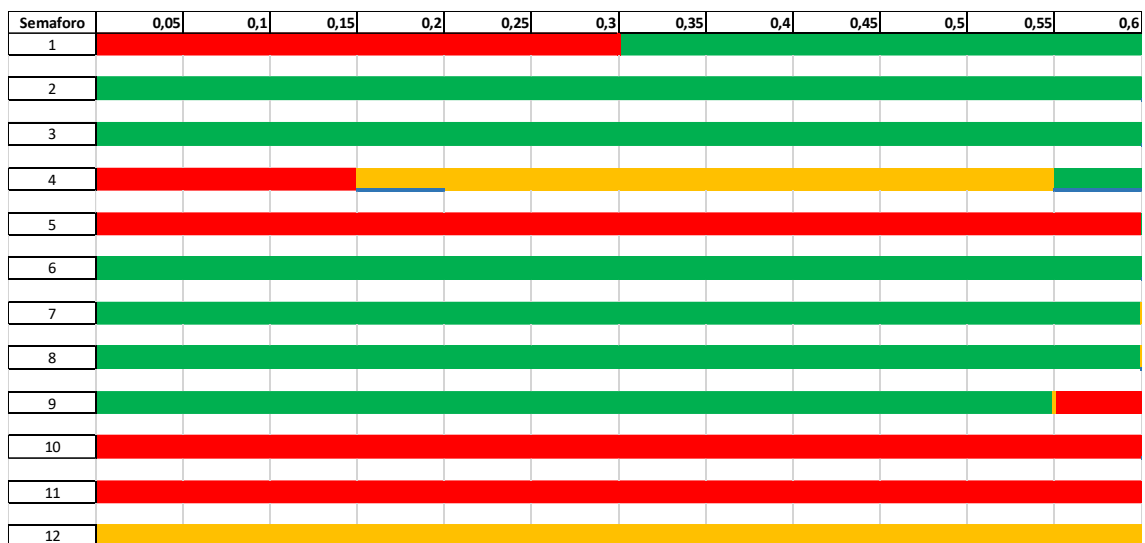
Esta intersección de cuatro ramales principales a grandes rasgos tiene una organización en cuanto a los ciclos semafóricos sencilla. En ella se pueden distinguir dos grandes grupos de semáforos, en el primero se encuentran todos aquellos que se hallan en la Avenida principal, en el Bulevar Sur y coordinan aquellos vehículos que circulan por los grupos 1, 3.2.1, 4 y 6.1.1. Estos ciclos gestionan la gran mayoría del volumen del tráfico que circula por la intersección, y dentro de ellos se encuentran los grupos 1.1.2 y 4.1.2, los ramales con problemas. Por otra parte, se encuentran aquellos semáforos que

regulan el ciclo de los vehículos que acceden o salen de la Carretera de Malilla, el resto de los grupos, algunos de ellos son los que generan mayores problemas.

Estos dos grandes grupos alternan sus fases en verde permitiendo la circulación sin que se crucen sus trayectorias. Es importante entender esto por las implicaciones que el cambio de un ciclo genera sobre el resto.

En el primer caso expuesto en las conclusiones del escenario futuro se vio como el semáforo 3 disponía de un ciclo de 57 seg. en fase verde, insuficiente para permitir la circulación fluida del incremento de vehículos que se aproximaban por el grupo 4.1.2 para acceder al nuevo barrio de Fuente de San Luis, y posteriormente se encontraban con los vehículos almacenados para el semáforo 4. Empezando por este semáforo 3 se puede calcular cual sería en principio un ciclo en verde óptimo para la reducción de su demora mediante las fórmulas del Highway Capacity Manual.

Se propone un aumento de 8 segundos en la fase verde del semáforo 3, como el incremento óptimo, afectando de una forma asumible al resto de semáforos. Por tanto, pasando de 57 segundos a 65 segundos, lo que afecta de forma directa al resto de semáforos y quedando los ciclos semaforicos como se muestra en la tabla 69 marcando en azul los cambios con respecto a los ciclos en origen.



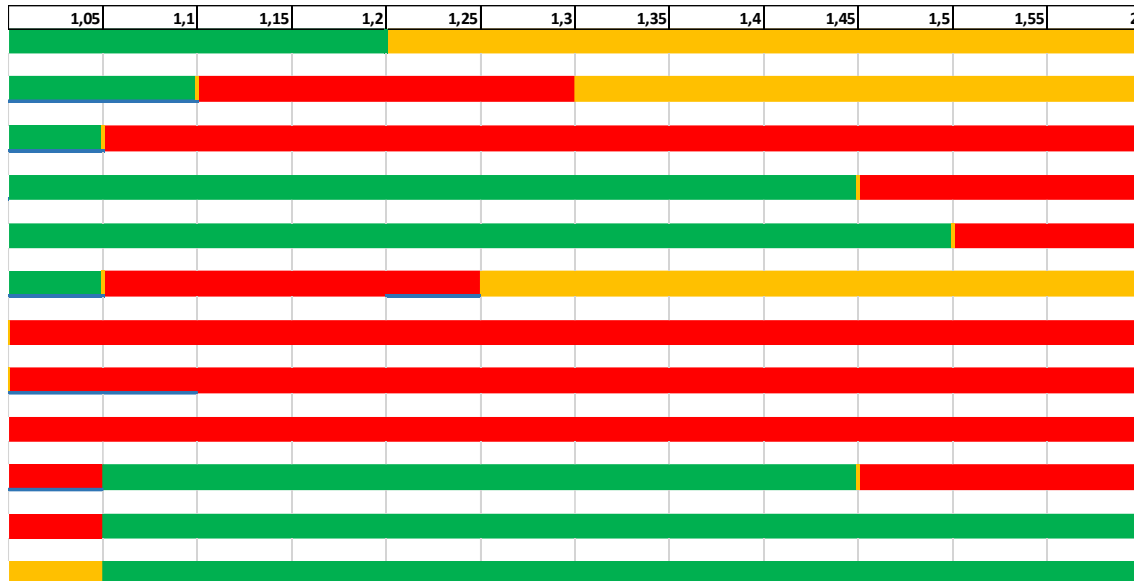


Tabla 73 - Propeusta variación ciclos semafóricos, escenario futuro

Anteriormente se ha mencionado que se trata de una intersección donde las fases se alternan entre ambos grupos semafóricos, esto implica que incrementar la fase verde en el semáforo 3 hace imposible incrementarla en los semáforos de intersecciones transversales a esta, ya que es incompatible la coincidencia de una misma fase en verde entre ambos grupos, por lo tanto, el incremento de la fase en verde del semáforo 3 implica que no se pueda aumentar las fases del semáforo 11 y haya que buscar otra solución para el resto de problemas que se plantean.

8.2.2. Glorieta

La glorieta es muchas veces una solución de compromiso que, especialmente en zonas urbanas, se presta a numerosas situaciones. Se debe tener en cuenta una serie de condiciones de las cuales depende la idoneidad de su implantación.

Analizando las condiciones de idoneidad de las glorietas a través de la intersección de estudio se destaca que por el número de ramales al que daría servicio, así como por la diferencia de jerarquía entre ellos hace que la glorieta facilite las maniobras de los vehículos que circulan por ella. Además, se dispone del espacio necesario para la implantación de una glorieta con las características necesarias de seguridad y capacidad, ya que permite el aumento de capacidad y una reserva para acomodar la demanda futura.

Por otra parte, la cantidad de los movimientos que continúan recto predomina sobre aquellos de giro y la intensidad de tráfico es irregular entre los ramales, es decir predominando aquellos que continúan recto por el Bulevar. Estas características hacen que se desaconseje el empleo de la glorieta. Hay que destacar además que al tratarse de una zona urbana regulada por semáforos provoca la agrupación de pelotones de vehículos, y que difícilmente podrá absorber la glorieta por las características intrínsecas de la misma, y por la reducción de los espacios de almacenamiento en algunos grupos

como ocurre en el 3.1.1 y 3.1.2 al tener que retrasar su línea de detención para poder adaptarse al nuevo sistema. Esto hace que vaya en contra de las necesidades de solución para el escenario futuro. Además, se desaconseja ante la previsión de formación de colas en algunas de las entradas en horas punta, por el peligro de aumento de accidentes que esto puede provocar.

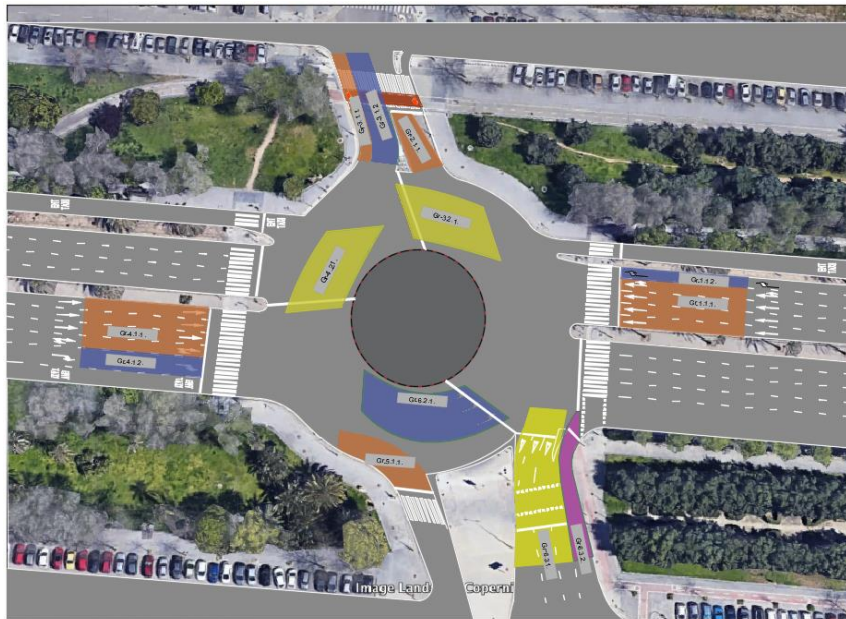


Ilustración 64 - Propuesta glorieta intersección de estudio, escenario futuro

8.2.3. Ramal de acceso oeste al nuevo barrio

Uno de los principales problemas en la intersección se genera en el grupo 4.1.2 con los vehículos que toman el ramal derecho pasando por el grupo 5 para dirigirse al nuevo barrio de Fuente de San Luis por la Carretera de Malilla en dirección sur. Este grupo de carriles sufre los problemas de un ciclo semafórico corto y poco coordinado con el del grupo 5, además de la falta de almacenamiento en este último grupo.

Por el grupo 4.1.2 circulan 898 vehículos en la hora punta de los cuales cerca del 80% se dirigen a través del grupo 5 hacia el sur de la carretera de Malilla, por lo que facilitar a un tráfico tan elevado el acceso de una forma más sencilla y rápida a su destino sin atravesar los elementos que disminuyen su nivel de servicio, generaría una mejora general en toda la intersección.

Esta solución se basa en generar un ramal de acceso directo al sur de la Carretera de Malilla imitando al que unos metros más adelante da acceso desde el mismo Bulevar al Hospital Universitario de la Fe. De esta forma los vehículos evitarían el semáforo 3 con su paso de peatones y a través de una incorporación situada antes del puente que cruza las vías del tren, se incorporarían a la Carretera de Malilla.

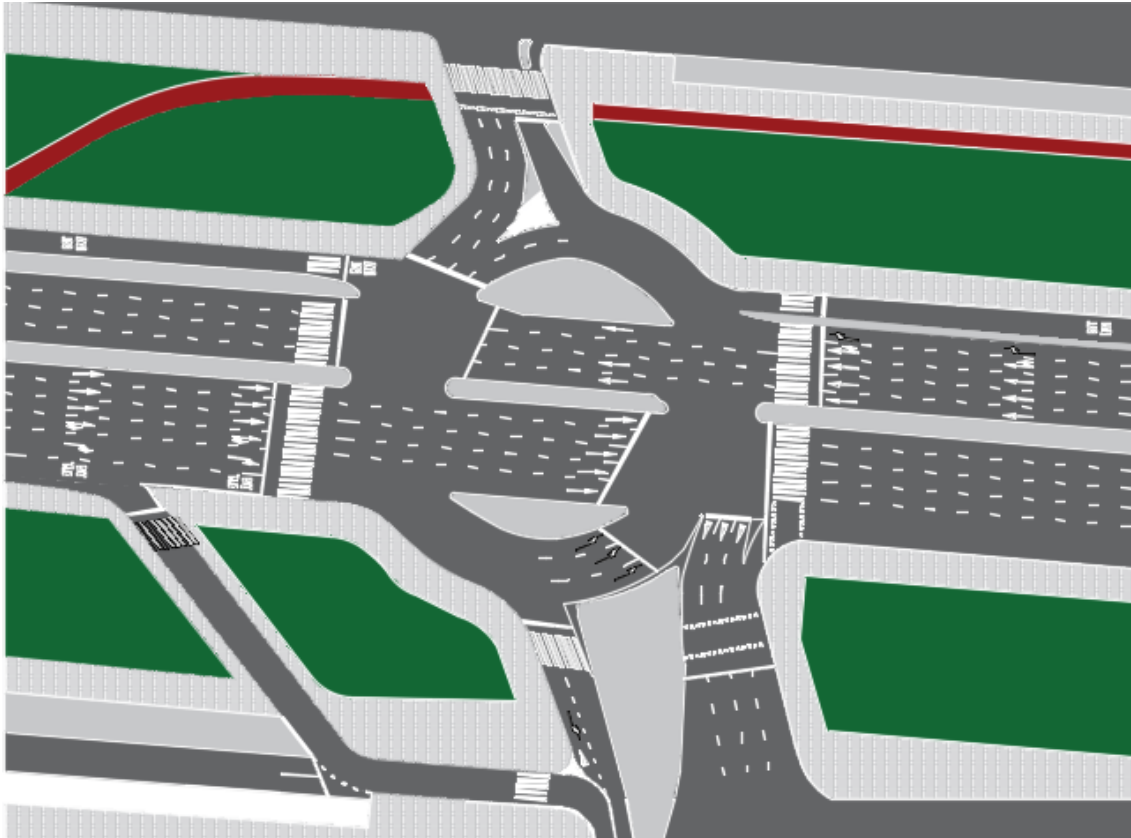


Ilustración 65 - Propuesta ramal de acceso a Carr. Malilla Sur

8.2.4. Paso subterráneo

La siguiente solución genera una reducción del volumen de vehículos que circulan por la intersección sin afectar a la misma ni al resto de vías que la rodean. Esta solución se basa en la construcción de un paso a diferente nivel que permita priorizar un movimiento frente al resto facilitando la circulación de los vehículos de este movimiento y los del resto de la intersección.

Para la solución de un paso subterráneo se deberá tener en cuenta el movimiento a priorizar que vendrá determinado por la problemática generada de su grupo y la posibilidad de darle solución mediante el paso subterráneo con los condicionantes geométricos de trazado, debiendo establecer para ello el tipo de vehículo tipo. Además de los condicionantes anteriores se deberá prestar atención a aquellos constructivos y de explotación, seguridad y estabilidad para este tipo de obras civiles tales como estabilidad ante las acciones sobre las que será sometido, accesos al túnel, y de trazado, donde se deberá prestar especial atención al tratarse de un túnel urbano y por ello considerar:

- Los movimientos inducidos en los contornos por el trazado y morfología del túnel elegidos, donde se incluye la necesidad de eliminar carriles de los grupos actuales para accesos y salidas del túnel, así como carriles de incorporación.
- Su influencia, riesgo y posibles daños, en edificaciones, servicios o instalaciones próximas.
- La ausencia de anomalías en aquéllas, tales como inclinaciones, fisuras o roturas.



Máster en ingeniería de Caminos Canales y Puertos

Mejora de la capacidad y funcionalidad de la intersección semaforizada en la Avenida Fernando Abril Martorell con la Carretera de Malilla mediante la aplicación del "High Capacity Manual" 2010



La intersección de estudio permite la aplicación de esta solución sobre diferentes movimientos consiguiendo una mejora general de la intersección. El gran coste económico y técnico que implica esta solución hace necesario el análisis de cada una de estas opciones a fin de obtener el movimiento al cual aplicar esta solución.

Los movimientos principales que se estudian para la aplicación del paso inferior son el grupo 1.1.2 para los vehículos que se dirijan hacia el sur de la Carretera de Malilla, o aquellos que procediendo del norte de la Carretera de Malilla por el grupo 3.1.2 se dirijan hacia el sur. Ambas opciones priorizan la descongestión de los grupos de carriles afectados, del grupo 5 que recibe estos vehículos y por consiguiente de toda la intersección.

9. ANÁLISIS COMPARATIVO DE PROPUESTAS

Empleando el procedimiento que se ha explicado en el punto 4 y empleado en los puntos 6 y 7, se aplica para las propuestas presentadas y se obtiene unos niveles de servicio que permiten comparar cuantitativamente entre ellas. Con esta comparativa se pretende obtener la opción óptima para solucionar el problema futuro en la intersección.

9.1. Señalización horizontal y variación de los ciclos semafóricos

Sin variar las condiciones iniciales de la intersección tales como geométricas o de volumen de tráfico se modifican las condiciones semafóricas variando los ciclos en los siguientes semáforos:

Semáforo	Variación fase verde (s)	Variación fase roja (s)	Grupo carriles afectados	
2	+10	+5	3	1
3	+8	-8	4.1.1	4.1.2
4	+5	-1	5	
6	+2	+3	6.3.1	6.3.2
8	+7	-7	6.1.1	4.1.1
10	-8	+8	6.2.1	

Tabla 74 - Variación de fases para propuesta 1

Los tiempos totales de los ciclos semafóricos no varían por lo que aquellos que suman es porque sus fases en ámbar se han reducido para compensar con las variaciones realizadas, siendo los ciclos semafóricos totales de 120 segundos como en el origen.

Los resultados de estas variaciones en los ciclos son las siguientes:

Grupo de carril (Gr.)	Intersección 1	
	1.1.1.	1.1.2.
V (demanda) [veh/h]	1352	741
c (capacidad) [veh/h]	3648	772
X (proporción)	0.37	0,96

Tabla 75 - Capacidad Intersección 1, propuesta 1

Grupo de carril (Gr.)	Intersección 2
	2.1.1.
V (demanda) [veh/h]	556
c (capacidad) [veh/h]	1085
X (proporción)	0.51

Tabla 76 - Capacidad Intersección 2, propuesta 1

Grupo de carril (Gr.)	Intersección 3		
	3.1.1.	3.1.2.	3.2.1.
V (demanda) [veh/h]	359	1550	2207
c (capacidad) [veh/h]	650	1549	3343
X (proporción)	0.53	1	0.66

Tabla 77 - Capacidad Intersección 3, propuesta 1

Grupo de carril (Gr.)	Intersección 4	
	4.1.1.	4.1.2.
V (demanda) [veh/h]	1476	898
c (capacidad) [veh/h]	3952	988
X (proporción)	0.37	0,91

Tabla 78 - - Capacidad Intersección 4, propuesta 1

Grupo de carril (Gr.)	Intersección 5
	5.1.1.
V (demanda) [veh/h]	1923
c (capacidad) [veh/h]	1377
X (proporción)	1.41

Tabla 79 - - Capacidad Intersección 5, propuesta 1

Grupo de carril (Gr.)	Intersección 6			
	6.1.1.	6.2.1.	6.3.1.	6.3.2.
V (demanda) [veh/h]	1964	308	919	464
c (capacidad) [veh/h]	4512	1757	2375	664
X (proporción)	0.43	0.18	0.38	0.70

Tabla 80 - Capacidad Intersección 6, propuesta 1

Obteniendo las siguientes demoras:

Grupo de carril (Gr.)	Intersección 1	
	1.1.1.	1.1.2.
d1	18,41	28,93
PF	0,67	0,67
d2	0,29	24,54
d	19,3	54,14
N.S.	B	D

Tabla 81- Demora Intersección 1, propuesta 1

Grupo de carril (Gr.)	Intersección 2
	2.1.1.
d1	25,36
PF	0,75
d2	1,72
d	27,84
N.S.	C

Tabla 82 - Demora Intersección 2, propuesta 1

Grupo de carril (Gr.)	Intersección 3		
	3.1.1.	3.1.2.	3.2.1.
d1	25,59	34,5	25,24
PF	0.75	0.756	0,72
d2	3,06	23,17	1,04
d	29,41	58,42	27
N.S.	C	E	C

Tabla 83 - Demora Intersección3, propuesta 1

Grupo de carril (Gr.)	Intersección 4	
	4.1.1.	4.1.2.
d1	15.8	24.88
PF	0.61	0,61
d2	0,27	13.84
d	16.7	39.34
N.S.	B	D

Tabla 84 - Demora Intersección 4, propuesta 1

Grupo de carril (Gr.)	Intersección 5
	5.1.1.
d1	35
PF	0.76
d2	183,02
d	218,78
N.S.	F

Tabla 85 - Demora Intersección5, propuesta 1

Grupo de carril (Gr.)	Intersección 6			
	6.1.1.	6.2.1.	6.3.1.	6.3.2.
d1	20,84	30.34	24,34	28,8
PF	0.7	0,85	0,764	0,764
d2	0,3	0,22	0,47	6,015
d	21.85	31.41	25,58	35,58
N.S.	C	C	C	D

Tabla 86 - Demora Intersección 6, propuesta 1

9.2. Glorieta

La variación de la intersección actual a una glorieta implica una reestructuración completa de toda la intersección, lo que implica un cambio en su geometría, condiciones de tráfico, regulaciones semafóricas y por tanto grupos de carriles.

Se parte para esta propuesta de los mismos volúmenes de tráfico con la misma matriz de orígenes y destinos, pero distribuida a través de las nuevas condiciones geométricas de la intersección. Estas nuevas condiciones geométricas se basan en la adaptación de la intersección original a la glorieta, a pesar de que puede parecer que la original tenía grandes semejanzas con una glorieta, los ramales intermedios que permitían continuar recto por la avenida hacían que las diferencias entre ambas fuesen mucho mayores que las imaginadas. Para esta propuesta se utilizan las semejanzas con glorietas cercanas que pueden suponer un claro ejemplo, como es la rotonda de los anzuelos en la entrada de la autovía V-31.

El ciclo semafórico se diseña con base a la intersección original y la nomenclatura utilizada originalmente con la finalidad de una fácil comprensión. Se mantienen los semáforos 3, 5, 7, 9, 10 y 11, creando los semáforos 13 y 14, como se muestra en la siguiente figura:



Ilustración 66 Propuesta 2, glorieta en la intersección de estudio

Aplicando un ciclo semafórico basado en la intersección original, con un ciclo total de 120 segundos, coordinando los semáforos 11 y 13, 3 y 10, 5 y 14 y 7 con el 9 como ocurre en las glorietas semejantes:

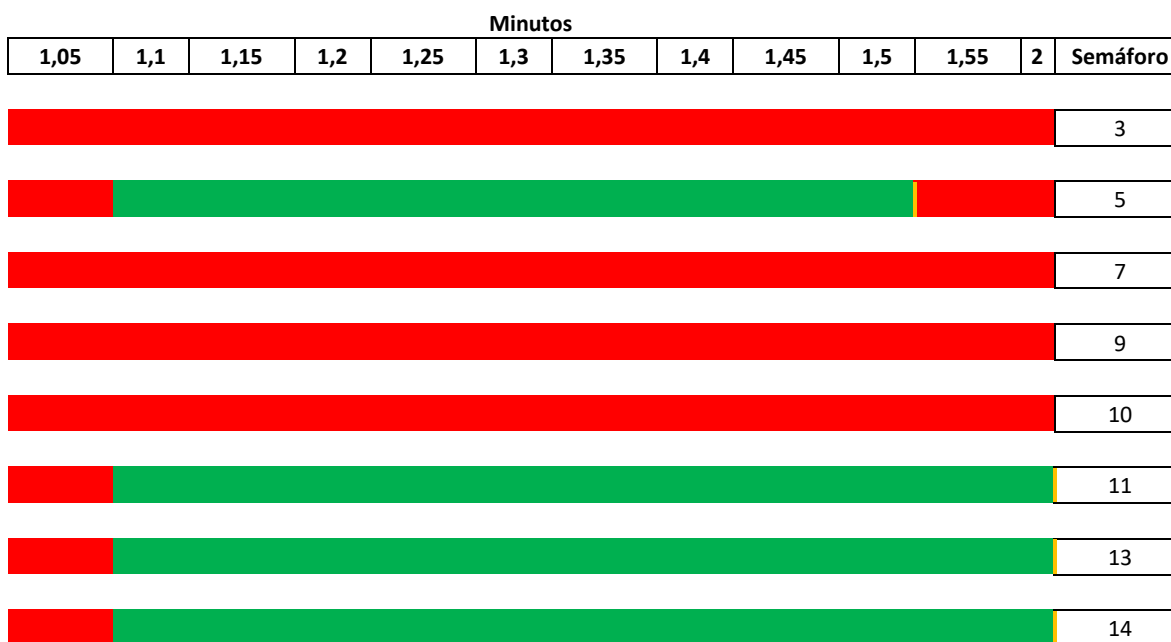
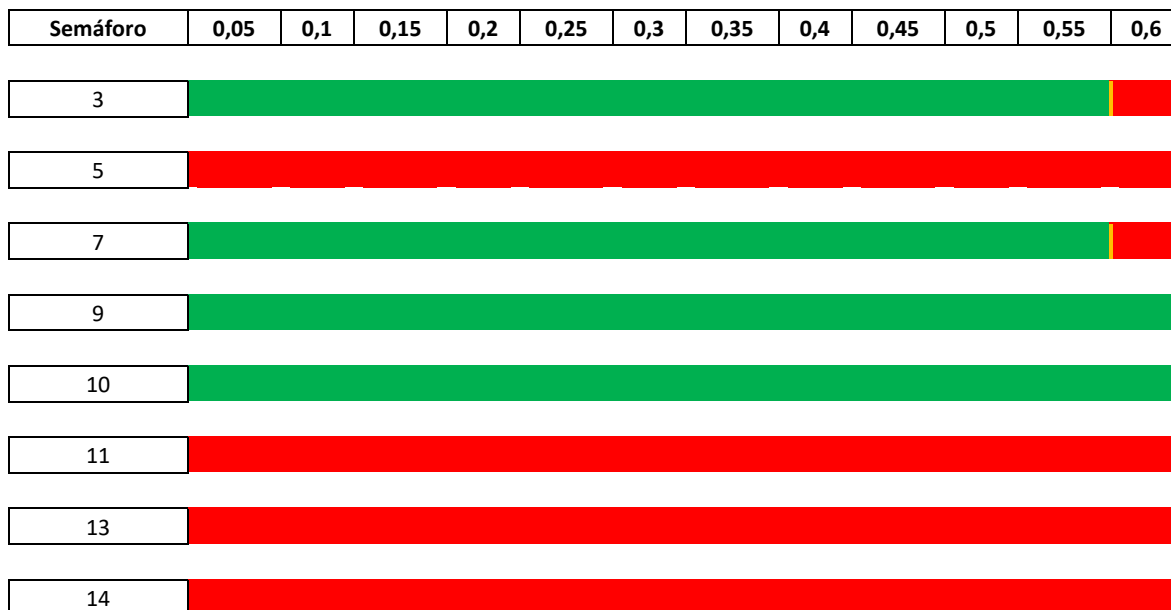


Tabla 87 - Ciclo semafórico para propuesta 2, glorieta

Como se muestra en la ilustración 62 donde se muestran los grupos de carriles en los que se divide la glorieta con los semáforos, se observa como la geometría de los ramales de acceso a la glorieta no varían. Los grupos 1.2.1, 3.2.1 y 4.2.1, que forman los carriles internos de la glorieta están formados por 5 carriles de 3,89 metros cada grupo.

Grupo de carril (Gr.)	Intersección 1		
	1.1.1.	1.1.2.	1.2.1
V (demanda) [veh/h]	1872	224	1388
c (capacidad) [veh/h]	3344	708	4036
X (proporción)	0.56	0,32	0.34

Tabla 88 - Capacidad interseccion 1, propuesta 2

Grupo de carril (Gr.)	Intersección 3		
	3.1.1.	3.1.2.	3.2.1.
V (demanda) [veh/h]	344	1552	3424
c (capacidad) [veh/h]	650	1549	4749
X (proporción)	0.53	1	0.72

Tabla 89 - Capacidad interseccion 3, propuesta 2

Grupo de carril (Gr.)	Intersección 4		
	4.1.1.	4.1.2.	4.2.1
V (demanda) [veh/h]	1542	900	3524
c (capacidad) [veh/h]	3466	866	4037
X (proporción)	0.44	1	0.87

Tabla 90 - Capacidad interseccion 4, propuesta 2

Grupo de carril (Gr.)	Intersección 6		
	6.2.1.	6.3.1.	6.3.2.
V (demanda) [veh/h]	2152	920	464
c (capacidad) [veh/h]	4749	2422	677
X (proporción)	0.45	0.38	0.70

Tabla 91 - Capacidades interseccion 6, propuesta 2

Obteniendo las siguientes demoras:

Grupo de carril (Gr.)	Intersección 1		
	1.1.1.	1.1.2.	1.2.1
d1	23,68	20,59	23,23
PF	0,72	0,72	0.76
d2	0,68	1,17	0.23
d	25,08	22,48	24.22
N.S.	C	C	C

Tabla 92 - N.S. y demora interseccion 1, propuesta 2

Grupo de carril (Gr.)	Intersección 3		
	3.1.1.	3.1.2.	3.2.1.
d1	25,59	34,5	23,45
PF	0.75	0.756	0,67
d2	3,06	23,17	0,97
d	29,41	58,42	25,1
N.S.	C	E	C

Tabla 93 - N.S. y demora interseccion 3, propuesta 2

Grupo de carril (Gr.)	Intersección 4		
	4.1.1.	4.1.2.	4.2.1
d1	20.97	31.5	31.53
PF	0.7	0.7	0.75
d2	0.42	41.1	2.91
d	22.1	73.3	35.2
N.S.	C	E	D

Tabla 94 – N.S. y demora intersección 4, propuesta 2

Grupo de carril (Gr.)	Intersección 6		
	6.2.1.	6.3.1.	6.3.2.
d1	19.39	23.65	28
PF	0.67	0.75	0.76
d2	0.31	0.45	5.55
d	20.37	24.87	34.3
N.S.	C	C	C

Tabla 95 - N.S. y demora intersección 6, propuesta 2

9.3. Ramal de acceso oeste al nuevo barrio

La solución del ramal basada en el ramal ya existente que da acceso al nuevo Hospital de La Fe implica una reducción del tráfico muy significativa directamente en el grupo 4.1.2 y por consecuencia en el grupo 5 de 720 veh/h que circularán por este ramal, quedando una intensidad de 178 veh/h en el grupo 4.1.2 y de 1203 veh/h en el grupo 5.

Grupo de carril (Gr.)	Intersección 1	
	1.1.1.	1.1.2.
V (demanda) [veh/h]	1352	741
c (capacidad) [veh/h]	3648	772
X (proporción)	0.37	0,96

Tabla 96 - Capacidad intersección 1, propuesta 3

Grupo de carril (Gr.)	Intersección 2
	2.1.1.
V (demanda) [veh/h]	556
c (capacidad) [veh/h]	1085
X (proporción)	0.51

Tabla 97 - Capacidad intersección 2, propuesta 3

Grupo de carril (Gr.)	Intersección 3		
	3.1.1.	3.1.2.	3.2.1.
V (demanda) [veh/h]	359	1550	2207
c (capacidad) [veh/h]	650	1549	3343
X (proporción)	0.53	1	0.66

Tabla 98 - Capacidad intersección 3, propuesta 3

Grupo de carril (Gr.)	Intersección 4	
	4.1.1.	4.1.2.
V (demanda) [veh/h]	1476	180
c (capacidad) [veh/h]	3952	988
X (proporción)	0.37	0,18

Tabla 99 - Capacidad intersección 4, propuesta 3

Grupo de carril (Gr.)	Intersección 5
	5.1.1.
V (demanda) [veh/h]	1923
c (capacidad) [veh/h]	1377
X (proporción)	0,87

Tabla 100 - Capacidad intersección 5, propuesta 3

Grupo de carril (Gr.)	Intersección 6			
	6.1.1.	6.2.1.	6.3.1.	6.3.2.
V (demanda) [veh/h]	1964	308	919	464
c (capacidad) [veh/h]	4512	1757	2375	664
X (proporción)	0.43	0.18	0.38	0.70

Tabla 101 - Capacidad intersección 6, propuesta 3

Obteniendo las siguientes demoras:

Grupo de carril (Gr.)	Intersección 1	
	1.1.1.	1.1.2.
d1	18,41	28,93
PF	0,67	0,67
d2	0,29	24,54
d	19,3	54,14
N.S.	B	D

Tabla 102- N.S. y demora intersección 1, propuesta 3.

Grupo de carril (Gr.)	Intersección 2
	2.1.1.
d1	25,36
PF	0,75
d2	1,72
d	27,84
N.S.	C

Tabla 103 - N.S. y demora intersección 2, propuesta 3.

Grupo de carril (Gr.)	Intersección 3		
	3.1.1.	3.1.2.	3.2.1.
d1	25,59	34,5	25,24
PF	0.75	0.756	0,72
d2	3,06	23,17	1,04
d	29,41	58,42	27
N.S.	C	E	C

Tabla 104 - N.S. y demora intersección 3, propuesta 3.

Grupo de carril (Gr.)	Intersección 4	
	4.1.1.	4.1.2.
d1	15.8	13,98
PF	0.61	0,61
d2	0,27	0,40
d	16.7	15
N.S.	B	B

Tabla 105 - N.S. y demora intersección 4, propuesta 3.

Grupo de carril (Gr.)	Intersección 5
	5.1.1.
d1	32,11
PF	0.76
d2	7,95
d	40,82
N.S.	D

Tabla 106 - N.S. y demora intersección 5, propuesta 3.

Grupo de carril (Gr.)	Intersección 6			
	6.1.1.	6.2.1.	6.3.1.	6.3.2.
d1	20,84	30.34	24,34	28,8
PF	0.7	0,85	0,764	0,764
d2	0,3	0,22	0,47	6,015
d	21.85	31.41	25,58	35,58
N.S.	C	C	C	D

Tabla 107 - N.S. y demoras intersección 6, propuesta 3

Esta solución se centra en la solución del problema entre los grupos 4.1.2, 5 y 6.2.1, lo que permite su ejecución combinada con otras soluciones planteadas en este estudio

9.4. Paso subterráneo

Como se ha comentado anteriormente, las condiciones de tráfico futuras, así como las características geométricas de la intersección hacen que el grupo de carriles 1.1.2 y 3.1.2 que conectan los vehículos que proceden del este del Bulevar y el norte de la Carretera de Malilla respectivamente con el nuevo barrio de Fuente de San Luis y la V-30 sean los grupos más apropiados para la aplicación de esta solución.

El primer trazado propuesto consiste en la conexión directa del este del Bulevar con el sur de la Carretera de Malilla, dando servicio a 312 vehículos en hora punta, lo que representa el 42% del tráfico que circula por el grupo 1.1.2, el resto de los vehículos que circulan por este carril se dirigen al norte de la Carretera de Malilla por el ramal del grupo 2 o realizan un cambio de sentido por el grupo 3.1.2.

Por otra parte, la segunda alternativa implica la realización de un paso inferior para los vehículos que llegan desde el norte de la Carretera de Malilla con intención de dirigirse hacia el sur por el grupo 3.1.2, evitando que accedan a este grupo, y por ello a la intersección, 620 vehículos que circularían por el paso inferior, lo que representa el 40% de los vehículos del grupo 3.1.2.

Considerando que la capacidad base de un carril bajo las condiciones idóneas de circulación son de 1900 veh/h según el HCM 2010, se puede afirmar que sería más que suficiente para la intensidad de diseño. Permitiendo solucionar los principales problemas generados en estos grupos de carriles.

Atendiendo a los 1900veh/h que puede absorber un carril, y considerando que un paso inferior representa las condiciones ideales según el HCM, se plantea la posibilidad de realizar un doble trazado del túnel donde las dos alternativas anteriores formen una sola alternativa, es decir que este paso inferior tuviese dos bocas de acceso que se encontrasen para dar salida al mismo en el sur de la Carretera de Malilla. Tras estudiar esta posibilidad se descarta por la cantidad económica que su ejecución implicaría además de por su difícil encaje en la salida del túnel que genera la falta de espacio.

A continuación, se muestran los resultados de la aplicación de la primera solución mostrada:

Por la desviación de 312 vehículos por el paso inferior, el grupo 1.1.2 se reducirían 312veh/h quedando 429veh/h, lo que implica la misma reducción en el grupo 3.1.2 y 5, siendo de 1240veh/h y 1612veh/h respectivamente.

Grupo de carril (Gr.)	Intersección 1	
	1.1.1.	1.1.2.
V (demanda) [veh/h]	1352	429
c (capacidad) [veh/h]	3648	772
X (proporción)	0.37	0,56

Tabla 108 - Capacidad intersección 1, propuesta 4 con solución 1.

	Intersección 2
Grupo de carril (Gr.)	2.1.1.
V (demanda) [veh/h]	556
c (capacidad) [veh/h]	1085
X (proporción)	0.51

Tabla 109 - Capacidad intersección 2, propuesta 4 con solución 1.

	Intersección 3		
Grupo de carril (Gr.)	3.1.1.	3.1.2.	3.2.1.
V (demanda) [veh/h]	359	1240	2207
c (capacidad) [veh/h]	650	1549	3343
X (proporción)	0.53	0,8	0,66

Tabla 110- Capacidad intersección 3, propuesta 4 con solución 1.

	Intersección 4	
Grupo de carril (Gr.)	4.1.1.	4.1.2.
V (demanda) [veh/h]	1476	898
c (capacidad) [veh/h]	3952	988
X (proporción)	0.37	0,91

Tabla 111 - Capacidad intersección 4, propuesta 4 con solución 1.

	Intersección 5
Grupo de carril (Gr.)	5.1.1.
V (demanda) [veh/h]	1612
c (capacidad) [veh/h]	1377
X (proporción)	1.17

Tabla 112 - Capacidad intersección 5, propuesta 4 con solución 1.

	Intersección 6			
Grupo de carril (Gr.)	6.1.1.	6.2.1.	6.3.1.	6.3.2.
V (demanda) [veh/h]	1964	308	919	464
c (capacidad) [veh/h]	4512	1757	2375	664
X (proporción)	0.43	0.18	0.38	0.70

Tabla 113 - Capacidades intersección 6, propuesta 4, solución 1

Obteniendo las siguientes demoras:

	Intersección 1	
Grupo de carril (Gr.)	1.1.1.	1.1.2.
d1	18,41	20,82
PF	0,67	0,67
d2	0,29	2,91
d	19,3	24,4
N.S.	B	C

Tabla 114 - N.S. y demora de la intersección 1, propuesta 4 con solución 1.

Grupo de carril (Gr.)	Intersección 2
	2.1.1.
d1	25,36
PF	0,75
d2	1,72
d	27,84
N.S.	C

Tabla 115 - N.S. y demora de la intersección 2, propuesta 4 con solución 1.

Grupo de carril (Gr.)	Intersección 3		
	3.1.1.	3.1.2.	3.2.1.
d1	25,59	30,05	25,24
PF	0.75	0.756	0,72
d2	3,06	4,42	1,04
d	29,41	35,24	27
N.S.	C	D	C

Tabla 116 - N.S. y demora de la intersección 3, propuesta 4 con solución 1.

Grupo de carril (Gr.)	Intersección 4	
	4.1.1.	4.1.2.
d1	15.8	24.88
PF	0.61	0,61
d2	0,27	13.84
d	16.7	39.34
N.S.	B	D

Tabla 117 - N.S. y demora de la intersección 3, propuesta 4 con solución 1.

Grupo de carril (Gr.)	Intersección 5
	5.1.1.
d1	35
PF	0.76
d2	84,72
d	120.5
N.S.	F

Tabla 118 - N.S. y demora de la intersección 5, propuesta 4 con solución 1.

Grupo de carril (Gr.)	Intersección 6			
	6.1.1.	6.2.1.	6.3.1.	6.3.2.
d1	20,84	30.34	24,34	28,8
PF	0.7	0,85	0,764	0,764
d2	0,3	0,22	0,47	6,015
d	21.85	31.41	25,58	35,58
N.S.	C	C	C	D

Tabla 119 - N.S. y demoras intersección 6, propuesta 4, solución 1

En el caso de que se ejecutase un paso inferior que conectase el norte con el sur de la carretera de Malilla se reducirían 620veh/h en el grupo 3.1.2 y en el grupo 5:

Grupo de carril (Gr.)	Intersección 1	
	1.1.1.	1.1.2.
V (demanda) [veh/h]	1352	741
c (capacidad) [veh/h]	3648	772
X (proporción)	0.37	0,96

Tabla 120 - Capacidad intersección 1, propuesta 4 con solución 2.

Grupo de carril (Gr.)	Intersección 2
	2.1.1.
V (demanda) [veh/h]	556
c (capacidad) [veh/h]	1085
X (proporción)	0.51

Tabla 121 - Capacidad intersección 2, propuesta 4 con solución 2.

Grupo de carril (Gr.)	Intersección 3		
	3.1.1.	3.1.2.	3.2.1.
V (demanda) [veh/h]	359	930	2207
c (capacidad) [veh/h]	650	1549	3343
X (proporción)	0.53	0,6	0,66

Tabla 122 - Capacidad intersección 3, propuesta 4 con solución 2.

Grupo de carril (Gr.)	Intersección 4	
	4.1.1.	4.1.2.
V (demanda) [veh/h]	1476	898
c (capacidad) [veh/h]	3952	988
X (proporción)	0.37	0,91

Tabla 123 - Capacidad intersección 4, propuesta 4 con solución 2.

Grupo de carril (Gr.)	Intersección 5
	5.1.1.
V (demanda) [veh/h]	1304
c (capacidad) [veh/h]	1377
X (proporción)	0,95

Tabla 124 - Capacidad intersección 5, propuesta 4 con solución 2.

Grupo de carril (Gr.)	Intersección 6			
	6.1.1.	6.2.1.	6.3.1.	6.3.2.
V (demanda) [veh/h]	1964	308	919	464
c (capacidad) [veh/h]	4512	1757	2375	664
X (proporción)	0.43	0.18	0.38	0.70

Tabla 125 - Capacidades intersección 6, propuesta 4, solución 2

Obteniendo las siguientes demoras:

Grupo de carril (Gr.)	Intersección 1	
	1.1.1.	1.1.2.
d1	18,41	28,93
PF	0,67	0,67
d2	0,29	24,54
d	19,3	54,14
N.S.	B	D

Tabla 126 - N.S. y demora de la intersección 1, propuesta 4 con solución 2.

Grupo de carril (Gr.)	Intersección 2
	2.1.1.
d1	25,36
PF	0,75
d2	1,72
d	27,84
N.S.	C

Tabla 127 - N.S. y demora de la intersección 2, propuesta 4 con solución 2.

Grupo de carril (Gr.)	Intersección 3		
	3.1.1.	3.1.2.	3.2.1.
d1	25,59	26,64	25,24
PF	0.75	0.756	0,72
d2	3,06	1,73	1,04
d	29,41	29,13	27
N.S.	C	C	C

Tabla 128 - N.S. y demora de la intersección 3, propuesta 4 con solución 2.

Grupo de carril (Gr.)	Intersección 4	
	4.1.1.	4.1.2.
d1	15.8	24.88
PF	0.61	0,61
d2	0,27	13.84
d	16.7	39.34
N.S.	B	D

Tabla 129 - N.S. y demora de la intersección 4, propuesta 4 con solución 2.

Grupo de carril (Gr.)	Intersección 5
	5.1.1.
d1	33,71
PF	0.76
d2	14,46
d	48,94
N.S.	D

Tabla 130 - N.S. y demora de la intersección 5, propuesta 4 con solución 2.

Grupo de carril (Gr.)	Intersección 6			
	6.1.1.	6.2.1.	6.3.1.	6.3.2.
d1	20,84	30.34	24,34	28,8
PF	0.7	0,85	0,764	0,764
d2	0,3	0,22	0,47	6,015
d	21.85	31.41	25,58	35,58
N.S.	C	C	C	D

Tabla 131 - N.S. y demoras intersección 6, propeusta 4, solución 2

9.5. Comparativa de soluciones

Teniendo en cuenta principalmente la mejora de la capacidad, la reducción de los tiempos de espera, así como los costes económicos y técnicos de cada una de las propuestas presentadas anteriormente, se comparan cada una de ellas con el objetivo de seleccionar la propuesta que mejor se adapte a la situación futura de la intersección de estudio.

La primera posibilidad que se debe analizar sería la de no actuar. Esta solución se ha comprobado en los apartados anteriores que no es una solución aceptable, al no disponer la configuración de la actual intersección de la capacidad suficiente para hacer frente a las intensidades futuras a las que estará sometida, creando graves problemas de tiempos de espera, accidentes e incluso afectando a infraestructuras cercanas.

La primera solución propuesta de variación de la señalización horizontal y variación de los ciclos semaforicos se basan en actuaciones poco invasivas donde desde el punto de vista económico, de ejecución y de afección al tráfico, representa la solución mas adecuada al no generar afecciones importantes durante su ejecución ni después de la misma. Los vehículos no percibirán grandes cambios por lo que no supondrá un problema de seguridad hasta la adaptación de estos. Desde el punto de vista económico no supone una gran inversión, debido a que esta actuación se puede integrar dentro del presupuesto de mantenimiento que el Ayuntamiento tiene dentro de sus partidas presupuestarias anuales. Pero esta solución por si misma se ha demostrado que no tiene capacidad de solución de la principal problemática de la intersección, a pesar de generar mejoras destacadas en puntos estratégicos de la intersección actual, debe de servir de apoyo a actuaciones más importantes.

La segunda propuesta de ejecución de una glorieta, basándose en infraestructuras similares como es la glorieta de los anzuelos que da acceso a la ciudad por la autovía V-31, con un tráfico similar, pero con una limitación de espacio en el caso de estudio.

Analizada esta propuesta se comprueba como con los resultados obtenidos utilizando los métodos del HCM2010, los grupos 4.1.2 y 3.1.2 no solucionan sus problemas iniciales, obteniendo niveles "E" en ambos casos. Esto se debe a que por las características del entorno de la intersección y por su emplazamiento, las condiciones iniciales de análisis de estos grupos no sufren apenas variaciones, al no aumentar el número de carriles, los ciclos verdes, ni reducir las intensidades a las que son sometidos.

Por otra parte, analizando esta solución con más detalle se deduce como la implantación de la glorieta implica una reducción de las áreas de almacenamiento de grupos críticos como el 3 y el 4, lo que no se deduce del análisis con el HCM 2010. Otros problemas que no muestra el análisis mediante el HCM2010 son las acumulaciones de vehículos en las áreas de almacenamiento de los grupos interiores de la glorieta (1.2.1, 3.2.1, 4.2.1, y 6.2.1), generando una interrupción del tráfico natural de la glorieta e impidiendo la circulación de los vehículos que quieran salir por los ramales de la glorieta mediante carriles exteriores. Todo esto provoca el bloqueo de la circulación directa por el Bulevar, generando tanto aguas arriba como abajo de la intersección problemas importantes de circulación. Este problema es similar a los que ocurren actualmente en los grupos 3.1.2 y 4.1.2 explicados en sus apartados anteriores.

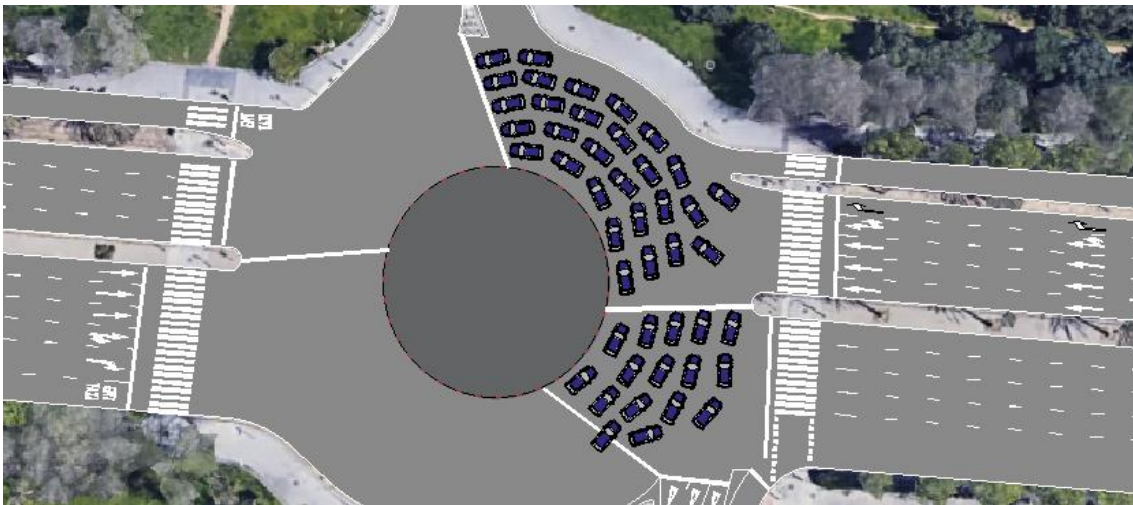


Ilustración 67 - Colapso en la capacidad para la propuesta 2, glorieta

Con los resultados obtenidos de la aplicación del HCM junto con el análisis posterior se comprueba que a pesar de que la glorieta cumple a priori con los requisitos para ser una solución factible, no supone una mejora real con la intensidad futura obtenida. Por tanto, se descarta esta propuesta como solución a la mejora de la capacidad de la intersección.

El ramal de acceso al nuevo barrio por la zona oeste de la intersección se basa en el ramal existente que da acceso al nuevo Hospital de La fe por el Bulevar. Este ramal tiene como ventajas que es un elemento de fácil ejecución y económicamente viable y eficacia comprobada. Según los resultados del análisis utilizando el HCM 2010 se obtiene que en los grupos 4 y 5 se reduce los tiempos de espera de forma significativa, pasando de niveles E y F en los grupos 4.1.2 y 5 respectivamente, a niveles B y D. Esta solución, al igual que la primera expuesta, se centra en unos puntos localizados de la intersección, por lo tanto, es una solución adecuada y que cumple con los requisitos, pero que deberá ser combinada con otra solución para que se genere una mejora en la capacidad global de la intersección.

A nivel de diseño se deberá de tener en cuenta tres puntos importantes que pueden generar problemas ante un mal diseño. La conexión de entrada a este ramal coincide con el actual carril bus que metros antes pasa de ser separado a compartido, por lo que



la ejecución de este ramal implicaría una modificación de este carril, por otra parte, la curva para adaptarse a la salida y la incorporación a la Carretera de Malilla se deben de estudiar con detalle para que no genere un problema que provoque el traslado del problema inicial a otro punto.

La última propuesta se basa en un paso subterráneo que genere un acceso directo al nuevo barrio de Fuente de San Luis desde los grupos con mayores demandas de vehículos cuyo destino sea este. Con este objetivo se plantea una primera solución cuyo trazado comience en quinto carril del Bulevar Sud dirección oeste y tenga su salida en la Carretera de Malilla. Esta solución como es lógico mejora de forma notable los problemas de demora y nivel de servicio en los grupos afectados, 1.1.2 y 3.1.2; pasando de niveles D y E a niveles C y D con reducciones de hasta 30 segundos en las demoras. Esta solución afecta también al grupo 5 como se ha indicado en su presentación, y por ello a pesar de que la demora sigue siendo inaceptable con 120 segundos y por ello un nivel F, se reduce en 100 segundos la demora en este grupo.

El segundo trazado planteado dentro de esta solución tendría su comienzo en el norte de la Carretera de Malilla y su desembocadura en el mismo punto que la anterior, generando una continuidad en la Carretera de Malilla y consiguiendo unas mejoras en los niveles de servicio del grupo 3.1.2 pasando de un nivel "E" a un nivel "C" con una reducción de casi 30 segundos y de un nivel F a un nivel D en el grupo 5 con una reducción de 180 segundos.

La ejecución de un paso subterráneo es la solución que mejores resultados obtiene, con las ventajas de una nula afección al funcionamiento actual de la intersección y si una reducción significativa del tráfico futuro de la misma.

Por supuesto la ejecución de esta solución es considerablemente más costosa tanto económicamente como de ejecución que las anteriores expuestas, implica además una afección durante su ejecución al resto de la intersección. El diseño de esta solución debe de tener un análisis específico del diseño de la desembocadura del túnel en la Carretera de Malilla, ya que esta debe ser remodelada realizando una ampliación de la misma. Por tanto, esta solución se debería de plantear dentro de la ejecución de los nuevos accesos al nuevo barrio de Fuente de San Luis, donde se plantea la ejecución de diferentes túneles que den acceso desde la V-31 al nuevo barrio y un doblamiento del puente de acceso por la Carretera de Malilla, lo que implica ya por si una remodelación de la Carretera de Malilla acorde con la necesaria para la ejecución del paso subterráneo. Por tanto, la solución del paso subterráneo representa una solución factible en estos momentos dentro de las obras que actualmente están en ejecución.

El paso subterráneo genera una mejora en numerosos aspectos, pero a su vez permite la combinación con otras soluciones planteadas, consiguiendo una mejora global de la intersección. Es por ello por lo que se analiza la combinación de la solución de la variación del ciclo semaforico junto con el ramal de acceso y el paso subterráneo con sus dos opciones de trazado, obteniendo la siguiente tabla:

Escenario	E.F.	1	2	3	4	5	6	Dem. Mínima
Demora acum. (s)	654	454	357	323	340	360	406	323
N.S.								
A	0	0	0	0	0	0	0	
B	1	2	2	3	3	3	2	
C	7	7	9	9	8	8	7	
D	2	3	2	1	2	2	4	
E	2	0	0	0	0	0	0	
F	1	1	0	0	0	0	0	

Tabla 132 - Comparativa de demoras para los escenarios de solución propuestos

Donde:

- E.F.: Escenario futuro sin realizar soluciones,
- Esc. 1: Ejecución del túnel con acceso desde Bulevar Sud y salida en Carrt. Malilla Sud.
- Esc. 2: Ejecución del doble túnel con acceso desde Bulevar Sud y Carrt. Malilla Norte y salida en Carrt. Malilla Sur.
- Esc. 3: Ejecución del doble túnel y ramal de acceso Carretera Malilla Sur.
- Esc. 4: Ejecución del túnel con acceso desde Bulevar Sud y salida en Carrt. Malilla Sud y ramal de acceso Carretera Malilla Sur.
- Esc. 5: Ejecución del túnel con acceso desde Carretera Malilla Norte y salida en Carrt. Malilla Sud y ramal de acceso Carretera Malilla Sur.
- Esc. 6: Ejecución del túnel con acceso desde Carretera Malilla Norte y salida en Carrt. Malilla Sud.

Tras el análisis de los posibles escenarios donde se combinarían las diferentes soluciones propuestas, como es lógico aquel que consigue unos mejores resultados es aquel que combina todas las soluciones posibles, siendo este el escenario "ideal". Esta solución es poco factible debido al coste económico que esta solución conllevaría y a su dificultad de ejecución. Considerando además que el siguiente escenario con mejor resultado solo se diferencia en 17 segundos en la demora global de la intersección, se puede decir que con respecto a la diferencia económica y de ejecución, hacen del escenario 4 la solución óptima a ejecutar. Por ello con los niveles de servicio obtenidos y sus demoras, se decide que la solución de la ejecución del túnel de conexión entre el Bulevar Sud dirección este-oeste con la Carretera de Malilla dirección Sud junto con el ramal de conexión del Bulevar Sud dirección oeste-este con la Carretera de Malilla dirección Sur, es la solución óptima a ejecutar en la intersección de estudio.

La solución adoptada reduce en 313 segundos la demora media de la intersección en su hora punta, es decir, casi un 48% de la demora inicial para el escenario futuro. Además, esta solución evita problemas no contemplados por el Manual, ya que al reducir el número de vehículos en los grupos 3.1.2 y 4.1.2, consigue que no se generen colas en estos grupos, afectando de forma directa tanto a los grupos 2 y 3.1.1 como al grupo 5 y 6.2.1 al no permitir la circulación por la falta de espacio en las áreas de almacenamiento. El túnel pasante hace que la reducción de la demora en grupos estratégicos como el



1.1.2 sea del 55%, 80% en el 4.1.2 y del 90% en el grupo 5, lo que además de mejorar la capacidad de la intersección hace que aumente su seguridad.

La embocadura del túnel se deberá de situar en el carril extremo derecho del Bulevar por dos motivos, el primero y más importante, por las necesidades de espacio y normativas de esta infraestructura, lo que implicará un desplazamiento del carril bus separativo ganando espacio a la zona ajardinada que separa la vía de servicio, haciendo así que los elementos sigan su actual distribución, lo que lleva al segundo motivo. Los conductores que actualmente querían dirigirse hacia el sur de la Carretera de Malilla se debían de colocar en este carril para así mediante el grupo 1.1.2 hacer un cambio de sentido, por lo que las costumbres de estos no deberán de cambiar, ganando así en seguridad. La embocadura se deberá de retranquear del paso de peatones 3, situado justo antes de llegar a la intersección en sentido entrada del túnel, para conseguir una mayor distancia donde encajar la curva deberá trazar el paso inferior para entroncar con la Carretera de Malilla.

Por otra parte, la desembocadura del túnel plantea varios problemas de encaje inicialmente, que junto con la incorporación de los vehículos del ramal directo del Bulevar a la Carretera de Malilla, implica una remodelación completa de la zona donde se va a encajar esta solución.

10. DISEÑO DE LA PROPUESTA ELEGIDA

10.1. Ramal de acceso oeste al nuevo barrio

10.1.1. Condicionantes

Como se ha comentado anteriormente el diseño del ramal de acceso se basa en el ramal ya existente que da acceso al Hospital, por lo tanto, este será una referencia en todo su diseño.

El acceso a este ramal desde el Bulevar se hará por el carril extremo derecho, donde actualmente se encuentra con el carril del autobús de línea, por lo que este cruce se resolverá mediante un cruce permitido con prioridad para el autobús de línea. Actualmente el carril separativo termina unos metros antes y la separación pasa a ser una línea discontinua que permite a los vehículos que giren hacia la Carretera de Malilla poder cruzar este carril. La solución pasa por retranquear unos metros atrás esta línea discontinua.

En el lado de la incorporación a la carretera de Malilla se debe tener en cuenta la nueva remodelación que se va a efectuar con la actuación del doblamiento del puente de acceso al nuevo barrio, junto con la desembocadura del túnel pasante.

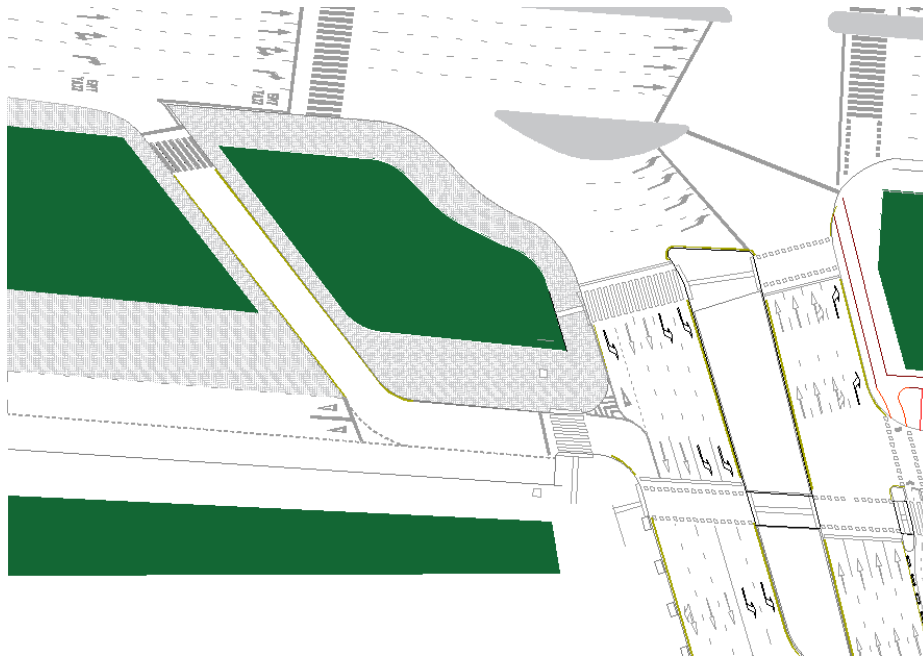


Ilustración 68 - Solución elegida, ramal ed acceso.

10.1.2. Diseño

Se propone el diseño de un ramal de 82,98 metros lineales a eje con comienzo en el Bulevar Sud y final en la Carretera de Malilla. El ramal estará compuesto de un acceso desde el carril derecho del Bulevar, mediante un tramo compartido con el autobús de línea. En su acceso, retranqueado 5 metros con visibilidad desde el carril de entrada, se diseña un paso de peatones accesible de 6 metros de ancho para dar continuidad a la acera del Bulevar. Su zona final, o de salida, estará formada por un carril de incorporación que posteriormente formará el tercer carril de la carretera de Malilla dirección Sur, generando que todos estos vehículos tengan un acceso prioritario que es lo que se pretende.

El trazado de dicho ramal dispone de una curva de radio 7.8 metros, punto donde se incorporarán los vehículos procedentes de la vía de servicio, teniendo prioridad aquellos que circulen por el ramal.

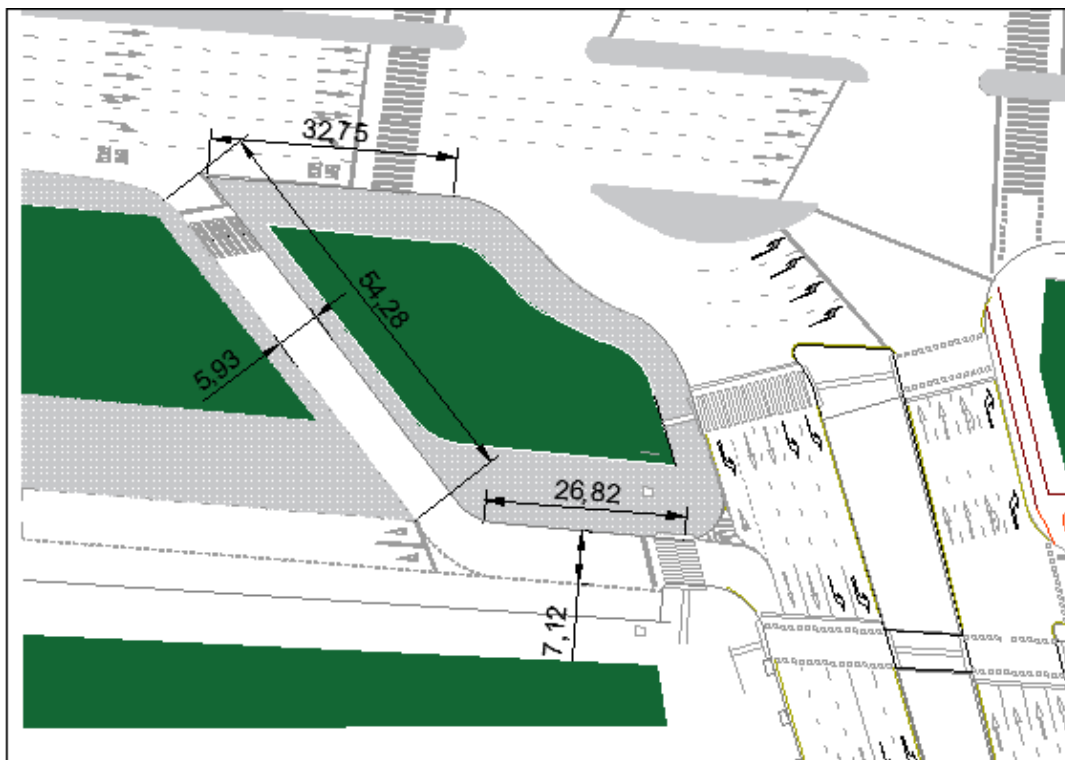


Ilustración 69 - Diseño de solución elegida, ramal acceso

La sección de dicho ramal estará basada en el Catálogo de firmes y pavimentos de la ciudad de Valencia, (Ajuntament de València, Servicio de coordinación de Obras e Infraestructuras, 2007). El proceso de elección del cimiento del firme en dicho catálogo se basa en conocer de antemano el tipo de suelo natural para la formación de la explanada, en este caso según los datos geotécnicos de los que se dispone se basa en un suelo con una resistencia mayor de 100Mpa, tipo A, debido a que se trata de un suelo ya consolidado, por lo tanto adecuado, Tipo 1.

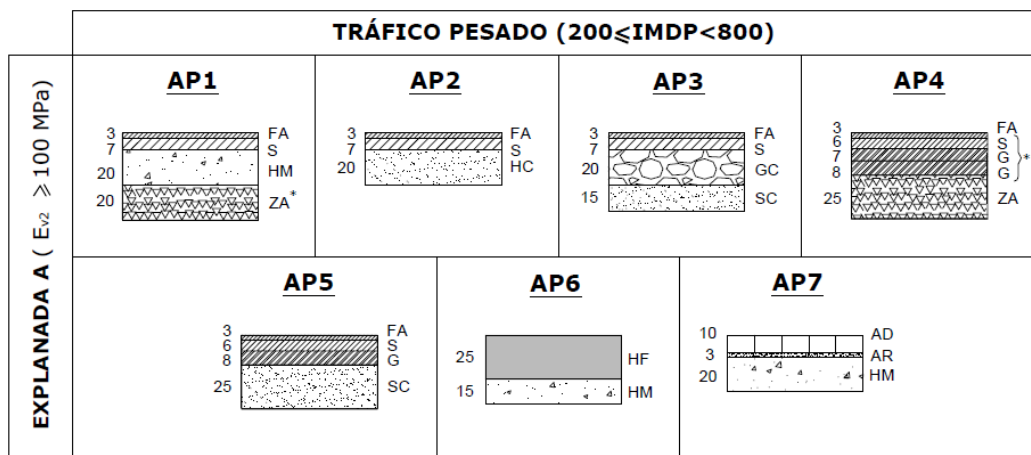
CATEGORÍA DE EXPLANADA	A	B
E_{v2} (MPa)	≥ 100	≥ 50

Tabla 133 - Categorías de explanadas, Catalogo de firmes Ayunt. Valencia

(Categoría de explanada según el módulo de compresibilidad en el 2º ciclo de carga E_{v2})

Para la sección de firme será necesario conocer el tipo de tráfico que circulará, así como el porcentaje de tráfico pesado. Como se ha mencionado anteriormente por este ramal circularán una media de 720 vehículos en hora punta, con una IMD, aplicando el incremento al escenario futuro, de 1328 veh/d. Atendiendo al Catálogo de Firmes en rondas se podrá considerar que en torno al 3,9% del total de la IMD serán vehículos pesados, por lo que se trata de una categoría de tráfico pesado (TP), con 521 de IMDP.

Con todos estos datos se considera que la sección más adecuada según la zona donde se ejecutará esta explanada deberá de ser el tipo AP1 formada por una primera capa de 25 cm de zahorras artificiales compactadas al 95% de su PM, un segunda capa de 20 cm de HM-20, y las capas bituminosas formadas por 7 cm de mezcla bituminosa semidensa como base y 3 cm de rodadura fonoabsorbente tipo FA-12 fonoabsorbente, con árido calcáreo, extendida y compactada al 97%.



10.2. Paso subterráneo Bulevar Sud- Carretera de Malilla Sud

10.2.1. Condicionantes

La ejecución de un paso subterráneo en una zona urbana consolidada conlleva muchos condicionantes a tener en cuenta. Comenzando con aquellos que implican a todo el trazado, se deberá estudiar con mucho detalle los servicios afectados, tanto de líneas eléctricas, telecomunicaciones, saneamiento como redes de abastecimiento como gas y A.P. Estos servicios pueden conllevar el incremento económico en la ejecución de la solución por el desvío de las mismas hasta la inviabilidad de la solución.

El acceso al túnel implica la afección de parte de la zona verde situada en la mediana y el desplazamiento del trazado del carril bus, así como la pérdida de un carril en el Bulevar Sud. La embocadura al túnel se deberá de situar a una altura donde el trazado del paso cumpla con la coordinación entre planta alzado ya que la mayor parte de este será en curva. El límite de retranqueo de la embocadura la marcará la distancia a respetar desde la salida del túnel existente que pasa por debajo de la glorieta de acceso desde la V-31.

El trazado intermedio será una curva que permita conectar el Bulevar Sud con la Carretera de Malilla, intentando siempre que dicho trazado se sitúe por calzada o por las zonas verdes de las medianas, suelo público. Los parámetros establecidos por la Norma 3.1-IC de la Instrucción de Carreteras (Ministerio de Fomento, Dirección General de Carreteras, 2012) será los que marquen el trazado que deberá seguir el paso.

La desembocadura del túnel deberá situarse en una zona donde permita la incorporación de los vehículos a la carretera de Malilla con seguridad y fluidez adecuados para que la solución sea viable. Otro aspecto a tener en cuenta será la distancia con respecto al puente que deberán atravesar los vehículos para salvar las vías de ferrocarril que circulan en paralelo al Bulevar Sud. Como ocurre con la embocadura la distancia de desembocadura deberá ser aquella que permita una adecuada coordinación planta-alzado.

10.2.2. Trazado

Se sigue la Norma 3.1 de la Instrucción de Carreteras (Ministerio de Fomento, Dirección General de Carreteras, 2012) para el diseño geométrico del eje del túnel.

Siguiendo esta norma se comienza por el trazado en planta para después pasar al alzado y terminar con la sección transversal.

10.2.2.1. Trazado en Planta

El primer parámetro necesario del que depende el trazado es la Velocidad de proyecto (V_p), en este caso al situarse en centro urbano será de 50 Km/h. Se diseña el eje para una carretera de calzada y sentido únicos de circulación. El trazado estará formado por una primera recta de acceso, un acuerdo (clotoide), una curva circular y un acuerdo de salida para conectar con la recta de desembocadura.

La primera recta de acceso dispone de entorno a 100 m.l desde su P.K. 0,0 hasta la entrada al acuerdo. La Norma establece unas longitudes mínimas donde se descartan en este caso al tratarse de una zona urbana consolidada, aunque se deberá estar próximos a estos valores. La recta de salida dispone de cerca de 40 m.l. debido a su limitación de espacio por la cercanía del túnel y la obligación de disponer de un espacio de incorporación.

El diseño de la curva circular se basará en la Velocidad de proyecto que servirá para obtener el radio mínimo en función de:

- El peralte máximo y el rozamiento transversal máximo movilizado.
- La visibilidad de parada en toda su longitud.

- La coordinación del trazado en planta y alzado, para evitar pérdidas de trazado, de orientación y dinámica.

Según esto la siguiente fórmula relaciona todos los parámetros:

$$v^2 = 127 \cdot R \cdot \left(f_t + \frac{p}{100} \right)$$

Siendo:

V = Velocidad de la curva circular (Km/h).

R = Radio ed la circunferencia que define el eje del trazado en planta (m).

f_t = Coeficiente de rozamiento transversal movilizado.

p = Peralte (%).

Donde f_t se puede extraer de la siguiente tabla:

V_e (km/h)	40	50	60	70	80	90	100	110	120	130	140
f_{tMAX}	0,180	0,166	0,151	0,137	0,122	0,113	0,104	0,096	0,087	0,078	0,069

Tabla 134 - Relación coef. rozamiento - velocidades, I.C. 3.1, Ministerio de Fomento

Según la fórmula anterior se obtiene la siguiente tabla de donde se puede extraer el radio mínimo según los parámetros mostrados:

RELACIÓN VELOCIDAD DE PROYECTO - RADIO MÍNIMO - PERALTE MÁXIMO.

VELOCIDAD DE PROYECTO (V _p) (km/h)	GRUPO 1		GRUPO 2		GRUPO 3	
	A-140 y A-130		A-120, A-110, A-100, A-90, A-80 y C-100		C-90, C-80, C-70, C-60, C-50 y C-40	
	RADIO MÍNIMO (m)	PERALTE MÁXIMO (%)	RADIO MÍNIMO (m)	PERALTE MÁXIMO (%)	RADIO MÍNIMO (m)	PERALTE MÁXIMO (%)
140	1 050	8,00	--	--	--	--
130	850	8,00	--	--	--	--
120	--	--	700	8,00	--	--
110	--	--	550	8,00	--	--
100	--	--	450	8,00	--	--
90	--	--	350	8,00	350	7,00
80	--	--	250	8,00	265	7,00
70	--	--	--	--	190	7,00
60	--	--	--	--	130	7,00
50	--	--	--	--	85	7,00
40	--	--	--	--	50	7,00

Tabla 135 - Relación velocidad- radio - peralte, I.C. 3.1, Ministerio de Fomento

Con todo esto se establece un radio mínimo de 85 m con un peralte máximo de un 7%.

10.2.2.2. Trazado en Alzado

El trazado en alzado estará compuesto por una rasante de inclinación uniforme (recta) y de curva de acuerdo vertical (parábola).

La recta (rampa) de acceso y salida del túnel deberán cumplir unos valores máximos de 7% o 10% excepcionalmente para velocidades de proyecto de 50 km/h, siendo el valor mínimo de 0.5%.

La norma establece condiciones especiales para túneles en cuento a vehículos pesados, no tenidas en cuenta en este estudio al no afectar por no permitir la circulación de vehículos pesados por el paso inferior.

Para el diseño de los acuerdos verticales se adoptará en todos los casos como forma de la curva parábola simétrica de eje vertical de ecuación:

$$y = \frac{x^2}{2 \cdot K_v}$$

Siendo K_v el radio de la circunferencia osculatriz en el vértice de dicha parábola, definido normalmente como "parámetro", cumpliendo:

$$K_v = \frac{L}{\theta}$$

Donde θ representa el valor absoluto de la diferencia algebraica de las inclinaciones en los extremos del acuerdo en tanto por uno, y L la longitud de la curva de acuerdo ($L=2.T$)

ACUERDOS VERTICALES.

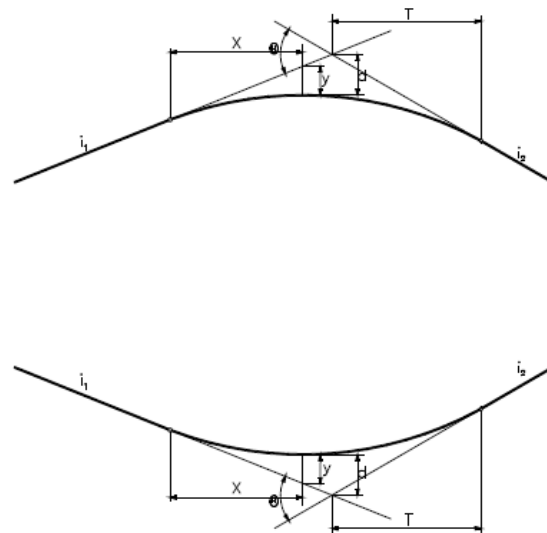


Ilustración 71 - Relación parámetros Acuerdos verticales, I.C. 3.1, Ministerio de Fomento

La siguiente tabla muestra los parámetros mínimos teniendo en cuenta las condiciones de visibilidad de parada y de adelantamiento:

GRUPO	VELOCIDAD DE PROYECTO (V_p) (km/h)	ACUERDOS CONVEXOS		ACUERDOS CÓNCAVOS	
		K_v (m) Parada	K_v (m) Adelantamiento	K_v (m) Parada	K_v (m) Adelantamiento
	60	800	1 200	1 650	3 600
	50	450	650	1 160	3 000
	40	250	300	760	2 400

Tabla 136 - Parámetros mínimos acuerdos según V_p , I.C. 3.1

Debido a que la carretera de diseño dispone de un único carril, por lo tanto no dispone de adelantamientos, únicamente se tendrá en cuenta los parámetros mínimos de parada, siendo 450 para acuerdos convexos y 1160 para acuerdos cóncavos.

Cuando por consideraciones de coordinación planta-alzado se justifique geoméricamente que se dispone de visibilidad de parada exigible, podrán reducirse los valores indicados en la tabla.

Los trazados en planta y alzado de una carretera deberán estar coordinados de forma que el usuario pueda circular por ella de manera cómoda y segura. Concretamente, se evitará que se produzcan pérdidas de trazado, definida ésta como el efecto que sucede cuando el conductor puede ver, en un determinado instante, dos tramos de carretera, pero no puede ver otro situado entre los dos anteriores.

10.2.3. Sección transversal

Se trata de una carretera de calzada y sentido únicos de circulación con un trazado en curva, esto hace que, al tratarse de un solo carril, el ancho de calzada deba conseguir sensación de amplitud y a la vez seguridad en su circulación. Se diseña el túnel con un ancho de calzada de 5 metros, generando un carril de 4 metros con arcenes de 0,5 metros.

Por motivos de seguridad se deberá de diseñar un sobreesfuerzo suficiente en la zona intermedia del túnel, donde se podrá parar en caso de avería.

En cuanto a la sección del firme se empleará la misma utilizada en el diseño del ramal de acceso, con un paquete de 50 cm formado por 20cm de zahorra artificial, 20cm de HM-20, y 7 cm de la capa base de mezcla bituminosa en caliente de composición semidensa AC22 bin 50/70S con una capa de rodadura de 3 cm fonoabsorbente tipo FA-12.

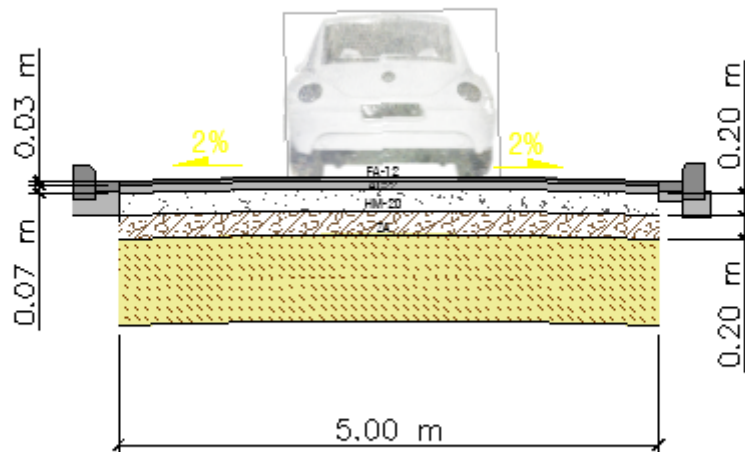


Ilustración 72 - Sección firme en solución elegida, Túnel pesante

10.2.4. Otros aspectos a tener en cuenta

En el diseño del túnel se deben de tener en cuenta otros aspectos importantes como el gálibo de la infraestructura, este aspecto influye de forma significativa en el diseño de la infraestructura, debido a que la cota de excavación dependerá en gran medida del gálibo que se deba respetar. Se considera que la altura mínima en cualquier punto de la infraestructura no será inferior a 5,5 metros, debido al espacio reducido del que se dispone y que los vehículos pesados no deberán circular por dicha infraestructura, debiendo estar perfectamente señalizado.

La señalización deberá ser un factor importante tanto durante su ejecución como durante su funcionamiento, ya que aspectos como el gálibo, ancho máximo y destino del paso inferior deben estar claramente señalizados para un buen funcionamiento de la infraestructura. La colocación de la entrada del paso inferior en el carril derecho del Bulevar no debe generar afecciones al tráfico del propio Bulevar, debido a que este carril ya era utilizado por aquellos vehículos que se dirigían hacia el Sur de la Carretera de Malilla, permitiendo a aquellos que se dirijan a tomar el ramal derecho de la intersección bien para dirigirse al norte de la Carretera de Malilla o realizar un cambio de sentido incorporarse a este carril cuando el trazado del túnel ya circule de forma subterránea, volviendo a formarse el ramal de giro a derechas. La desembocadura dispone de espacio reducido para la salida de los vehículos que circulan por el túnel, por lo que la rasante ascendente para llegar a cota de superficie deberá comenzar algunos metros antes de la recta que emboque en la carretera sur. La incorporación a la Carretera de Malilla se facilita por las características de la remodelación del entorno, lo que favorece que esto sea posible antes de llegar al puente.

Otro aspecto importante será la evacuación de las aguas pluviales de dentro del túnel, aspecto que se deberá estudiar con más detalle en el proyecto de ejecución del túnel. Se deberá de diseñar una red de saneamiento con imbornales en los puntos de acceso al túnel para evitar que las aguas superficiales se introduzcan por escorrentía, habiendo de diseñar redes de evacuación en el interior del túnel. Mediante imbornales en la cuneta que mediante diferencia de cota en el caso de existir colectores disponibles donde poder evacuar estas aguas o mediante bombeo, se extraerán.

10.3. Afinidad al PMUS

La solución que se presenta soluciona el problema estudiado provocado por un escenario futuro, que surge del desarrollo de diferentes promociones individuales y del plan urbanístico que se está desarrollando en el nuevo barrio de Fuente de San Luis. El estudio conjunto de todos estos desarrollos se hace necesario para conocer la afección sobre el transporte público y transporte privado, y así tener una visión global para conocer el cumplimiento de los objetivos desarrollados en el Plan de Movilidad Urbana Sostenible de la ciudad de Valencia (PMUS).

En cuanto a la solución planteada se debe analizar desde diferentes visiones, desde la parte de los vehículos privados, se ha demostrado su eficacia en cuanto a la mejora de



la fluidez y capacidad en una de las vías principales de la ciudad, representando un eje principal con gran crecimiento en el futuro, lo que contribuye de forma inequívoca al cumplimiento de los objetivos, consiguiendo además una mejora en la seguridad al conseguir disminuir el número de vehículos que interaccionan en la intersección.

Con respecto al transporte público, el nuevo barrio atraerá en el futuro numerosas líneas de transporte, teniendo previsto ya en el diseño de las nuevas infraestructuras, como el nuevo puente de acceso, carriles prioritarios e incluso una zona destinada a la instalación de vía de ferrocarril ligero, con la previsión de que hasta esta zona llegue dicho medio de transporte. La solución planteada por un lado consigue reducir los tiempos de viaje y de espera de las líneas actuales, y previendo la reducción de los tiempos de las futuras líneas que accedan a los nuevos desarrollos, con respecto a la intersección actual. Se podría plantear en la redacción del proyecto del túnel, la creación de otro carril destinado al transporte público donde se podría instalar vías de ferrocarril compartida con las líneas del bus de línea, lo que permitiría una conexión rápida, eficaz y directa con los nuevos desarrollos. Estas soluciones dadas cumplen con los objetivos planteados en el Plan.

10.4. Posibles mejoras en la solución elegida

Tras la presentación y diseño de la solución elegida no se debe obviar que tras un análisis exhaustivo de las soluciones se deberán tener en cuenta aspectos importantes a implementar en la solución. Dentro de estos aspectos destaca el acceso directo al Hospital universitario de La Fe. En la solución proyectada no podrá ser obviado la mejora de este acceso, actualmente efectuado mediante el ramal al que se ha hecho referencia en este trabajo, pero que con una solución como la planteada se deberá mejorar. Se plantea durante la ejecución de este trabajo la posibilidad de un ramal a través del túnel pasante de acceso al nuevo barrio, que diese acceso directo, lo que mejoraría el acceso. Tras su estudio de trazado se debe descartar al no encontrar una solución factible de trazado en planta, saliéndose del objetivo de este trabajo, pero debiendo destacar la necesidad de tenerlo en cuenta.

Otro aspecto a tener en cuenta es la necesidad de un estudio detallado de la afección del túnel diseñado con el nuevo desarrollo del barrio de Malilla en su desembocadura. Durante la redacción de este trabajo se conoce la aprobación de una ampliación del barrio en las cercanías al Hospital y su conexión con el nuevo barrio de Fuente de San Luis, lo que provoca que los vehículos que salgan del túnel no tengan posibilidad de acceso a esta zona, al no existir espacio para desarrollar este acceso, obligándoles a dirigirse al puente que da acceso al nuevo barrio o a la V-30.

EN cuento al ramal de acceso, la incorporación de la vía de servicio al ramal de acceso diseñado, en su punto más desfavorable como es la curva, deberá ser estudiado, a pesar de comprobar cómo se cumplen los requisitos de visibilidad para poder efectuar la



maniobra de forma segura, además de comprobar la existencia de incorporaciones similares en diferentes puntos de la ciudad de Valencia.

El punto anterior lleva a comentar la comprobación de visibilidad del túnel diseñado, realizada mediante el software Civil 3d, cumpliendo con los requisitos marcados por la norma y corroborado por las simulaciones hechas con dicho programa.

Por último, mencionando los datos de movilidad en los que se basan estas soluciones, es importante mencionar que en el momento de la redacción de la redacción de este trabajo existen datos mas actuales que los utilizados, como el Plan Básico de Movilidad del Área Metropolitana de València (Generalitat Valenciana, Conselleria D'Habitatge, Obres Públiques i Vertebració del Territori, 2018), y el mencionado Plan de Movilidad Urbana Sostenible de Valencia (Ajuntament de València, 2013). Todos estos documentos has sido consultados para la redacción del trabajo, pero se decide utilizar aquellos datos utilizados en el Estudio de Tráfico para el Nuevo barrio de Fuente de San Luis (Analyst Invierte 21 S.L., 2018) por comprobarse que todos ellos son adecuados y están del lado de la seguridad y por tanto válidos para un proyección a futuro del tráfico que circulará por la intersección.



11. AGRADECIMIENTOS

Estas últimas páginas representan algo más que el final de un Trabajo Final de Master, suponen la culminación a una etapa llena de aprendizaje, trabajo, emociones y amistades. Es por ello por lo que merecen una mención especial aquellas personas que han representado para mí un pilar fundamental durante toda esta importante etapa.

Por supuesto debo agradecer en primer lugar a mi tutor Don Javier Soriano Ferriol su paciencia y su tiempo dedicado durante la realización de este trabajo, por cederme su tiempo hasta en sus merecidas vacaciones.

Los profesores que me he ido encontrando durante todos estos años, por tener la capacidad de hacerme querer nuestra profesión y sobre todo por darme las capacidades para enfrentarme a los problemas en la vida real.

A mis compañeros de trabajo, por todo su apoyo y ayuda en todo momento durante la redacción de este trabajo.

A mi hermana y a mi madre, esa persona que me ha dado unos valores en esta vida, la oportunidad de estudiar esta carrera y por tanto una oportunidad en la vida. A mi tío, que durante toda una vida me ha ido marcando sin darme cuenta y me ha acompañado durante toda mi carrera. A María, por apoyarme cada día y porque sin ella llegar hasta aquí hubiese sido muy diferente.

A mis compañeros y amigos de carrera, por hacerme recordar esta etapa como una de las más felices.

12. REFERENCIAS

- Transportation Research Board (2010), *Highway Capacity Manual 2010*, National Research Council, Washington D.C.
- Ministerio de Fomento, Dirección General de Carreteras. (2012). *Instrucción de Carreteras Norma 3.1-IC*. Madrid: Series normativas.
- BAÑÓN BLÁZQUEZ, Luis; BEVIÁ GARCÍA, José Francisco. *Manual de carreteras*. Alicante : Ortiz e Hijos, Contrastista de Obras, S.A., 2000. Vol. 1. ISBN 84-607-0267-7
- Luttinen, R. T. (2004). *Capacity and Level of Service at Finnish Unsignalized Intersections*. (pp. 210). (Finnra Reports; No. 1/2004). Helsinki.
- Ayuntamiento de Madrid. Diciembre 2000. *Intersecciones semaforizadas. Instrucción de Vía Pública*. IVP. FICHA 5.2.
- D. Rodríguez, (2015). *Revisión del Hcm 2010 y 2000 Intersecciones Semaforizadas*, Ingenium, vol. 16, n.º 32, pp. 19-31.
- Ayuntamiento de Valencia, Concejalía de Circulación, Transportes e Infraestructuras del Transporte Público (2013). *Plan de Movilidad Urbana Sostenible de Valencia*.
- Ayuntamiento de Valencia, Servicio de Coordinación de Obras e Infraestructuras (2007). *Catálogo de firmes y pavimentos de la Ciudad de Valencia*.
- *Ayuntamiento de Valencia, Movilidad, Centro de Gestión del Tráfico*.
<http://www.valencia.es/ayuntamiento/trafico.nsf/fCategoriaVista?ReadForm&Categoria=SinCat&Vista=vCategoriaDescargasV&titulo=Desc%E0rregues&lang=2&nivel=6>.
- ANALYST INVIERTE 21 S.L, Inproaudit (2018). *Estudio de Tráfico de los Accesos al Sector Residencial Sur Fuente ed San Luis desde la V-30*.
- ANALYST INVIERTE 21 S.L (2011). *PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN DEL PASO SUPERIOR DE LA CARRETERA DE MALILLA, Anejo Nº 4. Estudio Geotécnico*.



ANEXOS

ANEXO 1 – CALCULO DE LA INTENSIDAD DE SATURACIÓN

1. ESCENARIO PRESENTE Y FUTURO

A continuación, se presentan los cálculos y resultados realizados para la obtención de la intensidad de saturación para cada uno de los carriles que forman la intersección de estudio. Al no variar las condiciones geométricas en el escenario futuro y presente, los resultados son idénticos en ambos casos, variando las demandas a las que son sometidos cada uno de los grupos, mostrados en el punto

$$S = S_o N f_w f_{HV} f_g f_p f_{bb} f_a f_{LU} f_{LT} f_{RT} f_{Lpb} f_{Rpb}$$

1.1 INTERSECCIÓN 1

	Gr.	1.1.1	1.1.2
Demanda		1352	420
Intensidad de saturación base	S_o	1900	1900
Número de carriles del grupo	N	4	1
Factor de ajuste por anchura de carril	f_w	0.96	0.96
Factor por vehículos pesados	f_{HV}	0.99	0.99
Factor por pendiente del ramal	f_g	1	1
Factor por existencia de carril de estacionamiento y sus maniobras	f_p	1	1
Factor por bloqueo por buses que se detienen en la zona	f_{bb}	1	1
Factor por tipo de zona	f_a	1	1
Factor por uso de los carriles	f_{LU}	1	1
Factor por giros a izquierda	f_{LT}	1	1
Factor por giros a derecha	f_{RT}	1	0.84
Ajuste en los giros a izquierda por cruce de peatones y bicicletas	f_{Lpb}	1	1
Ajuste en los giros a derecha por cruce de peatones y bicicletas	f_{Rpb}	1	1
Intensidad de saturación del grupo de carriles	S	7294	1545

1.2 INTERSECCIÓN 2

	Gr.	2.1.1
Demanda		400
Intensidad de saturación base	S_o	1900
Número de carriles del grupo	N	1
Factor de ajuste por anchura de carril	f_w	0.96
Factor por vehículos pesados	f_{HV}	0.99
Factor por pendiente del ramal	f_g	1
Factor por existencia de carril de estacionamiento y sus maniobras	f_p	1
Factor por bloqueo por buses que se detienen en la zona	f_{bb}	0.98
Factor por tipo de zona	f_a	1
Factor por uso de los carriles	f_{LU}	1
Factor por giros a izquierda	f_{LT}	1
Factor por giros a derecha	f_{RT}	0.84
Ajuste en los giros a izquierda por cruce de peatones y bicicletas	f_{Lpb}	1
Ajuste en los giros a derecha por cruce de peatones y bicicletas	f_{Rpb}	1
Intensidad de saturación del grupo de carriles	S	1514

1.3 INTERSECCIÓN 3

	Gr.	3.1.1	3.1.2	3.2.1
Demanda		260	1160	1700
Intensidad de saturación base	S_o	1900	1900	1900
Número de carriles del grupo	N	1	3	4
Factor de ajuste por anchura de carril	f_w	0.96	0.96	0.96
Factor por vehículos pesados	f_{HV}	0.99	0.99	0.99
Factor por pendiente del ramal	f_g	1	1	1
Factor por existencia de carril de estacionamiento y sus maniobras	f_p	1	1	1
Factor por bloqueo por buses que se detienen en la zona	f_{bb}	1	1	1
Factor por tipo de zona	f_a	1	1	1
Factor por uso de los carriles	f_{LU}	1	1	1
Factor por giros a izquierda	f_{LT}	1	1	1
Factor por giros a derecha	f_{RT}	0.84	1	1
Ajuste en los giros a izquierda por cruce de peatones y bicicletas	f_{Lpb}	1	1	1
Ajuste en los giros a derecha por cruce de peatones y bicicletas	f_{Rpb}	0.99	1	1

Intensidad de saturación del grupo de carriles	S	1530	5471	7295
GRUPO 3.1.1				
Demanda peatonal en la intersección		vped	40	
Intensidad peatonal durante la fase verde		vpedg	20	
Verde para peatones		gped	60	
Ocupación media peatonal		OCCpedg	0.01	
Demanda de ciclistas en la intersección		vbic	0	
Intensidad de ciclistas durante la fase verde		vbicg	0	
Ocupación media ciclista		OCCbicg	0.02	
Para giros-izquierda desde calle de un sentido		OCCr	0.01	
Ciclo Completo		C	120	
Factor ajuste en los giros a izquierda por cruce de peatones y bicicletas.		ApbT	0.99	

1.4 INTERSECCIÓN 4

	Gr.	4.1.1	4.1.2
Demanda		1352	420
Intensidad de saturación base	S_o	1900	1900
Número de carriles del grupo	N	4	1
Factor de ajuste por anchura de carril	f_w	0.96	0.96
Factor por vehículos pesados	f_{HV}	0.99	0.99
Factor por pendiente del ramal	f_g	1	1
Factor por existencia de carril de estacionamiento y sus maniobras	f_p	1	1
Factor por bloqueo por buses que se detienen en la zona	f_{bb}	1	1
Factor por tipo de zona	f_a	1	1
Factor por uso de los carriles	f_{LU}	1	1
Factor por giros a izquierda	f_{LT}	1	1
Factor por giros a derecha	f_{RT}	1	0.84
Ajuste en los giros a izquierda por cruce de peatones y bicicletas	f_{Lpb}	1	1
Ajuste en los giros a derecha por cruce de peatones y bicicletas	f_{Rpb}	1	1
Intensidad de saturación del grupo de carriles	S	7294	1545

1.5 INTERSECCIÓN 5

	Gr.	5.1.1
Demanda		720
Intensidad de saturación base	S_o	1900
Número de carriles del grupo	N	1
Factor de ajuste por anchura de carril	f_w	1
Factor por vehículos pesados	f_{HV}	1
Factor por pendiente del ramal	f_g	1
Factor por existencia de carril de estacionamiento y sus maniobras	f_p	1
Factor por bloqueo por buses que se detienen en la zona	f_{bb}	1
Factor por tipo de zona	f_a	1
Factor por uso de los carriles	f_{LU}	1
Factor por giros a izquierda	f_{LT}	1
Factor por giros a derecha	f_{RT}	1
Ajuste en los giros a izquierda por cruce de peatones y bicicletas	f_{Lpb}	1
Ajuste en los giros a derecha por cruce de peatones y bicicletas	f_{Rpb}	1
Intensidad de saturación del grupo de carriles	S	1900

1.6 INTERSECCIÓN 6

	Gr.	6.1.1	6.2.1	6.3.1	6.3.2
Demanda		1940	308	412	88
Intensidad de saturación base	S_o	1900	1900	1900	1900
Número de carriles del grupo	N	5	3	3	1
Factor de ajuste por anchura de carril	f_w	1	1	1	1
Factor por vehículos pesados	f_{HV}	0.99	0.99	1	1
Factor por pendiente del ramal	f_g	1	1	1	1
Factor por existencia de carril de estacionamiento y sus maniobras	f_p	1	1	1	1
Factor por bloqueo por buses que se detienen en la zona	f_{bb}	1	1	1	1
Factor por tipo de zona	f_a	1	1	1	1
Factor por uso de los carriles	f_{LU}	1	1	1	1
Factor por giros a izquierda	f_{LT}	1	1	1	1
Factor por giros a derecha	f_{RT}	1	1	1	0.84
Ajuste en los giros a izquierda por cruce de peatones y bicicletas	f_{Lpb}	1	1	1	1
Ajuste en los giros a derecha por cruce de peatones y bicicletas	f_{Rpb}	1	1	1	0.99
Intensidad de saturación del grupo de carriles	S	9499	5699	5700	1594

GRUPO 6.3.2		
Demanda peatonal en la intersección	vped	40
Intensidad peatonal durante la fase verde	vpedg	20
Verde para peatones	gped	60
Ocupación media peatonal	OCCpedg	0.01
Demanda de ciclistas en la intersección	vbic	0
Intensidad de ciclistas durante la fase verde	vbicg	0
Ocupación media ciclista	OCCbicg	0.02
Para giros-izquierda desde calle de un sentido	OCCr	0.01
Ciclo Completo	C	120
Factor ajuste en los giros a izquierda por cruce de peatones y bicicletas.	ApbT	0.99

2. PROPUESTAS DE SOLUCIONES

2.1 PROPUESTA 1_ Señalización horizontal y variación de los ciclos semaforicos

Esta propuesta no conlleva ningún cambio en las características geométricas de la intersección, por lo que la intensidad de saturación con esta propuesta no tiene ninguna variación y son extrapolables los resultados mostrados en el apartado anterior.

2.2 PROPUESTA 2_ Glorieta

- Intersección 1

	Gr.	1.1.1	1.1.2	1.2.1
Demanda		1872	224	1388
Intensidad de saturación base	S_o	1900	1900	1900
Número de carriles del grupo	N	4	1	5
Factor de ajuste por anchura de carril	f_w	0.96	0.96	1
Factor por vehículos pesados	f_{HV}	1	0.99	0.99
Factor por pendiente del ramal	f_g	1	1	1
Factor por existencia de carril de estacionamiento y sus maniobras	f_p	1	1	1
Factor por bloqueo por buses que se detienen en la zona	f_{bb}	1	1	1
Factor por tipo de zona	f_a	1	1	1
Factor por uso de los carriles	f_{LU}	1	1	1
Factor por giros a izquierda	f_{LT}	1	1	1
Factor por giros a derecha	f_{RT}	1	0.84	1
Ajuste en los giros a izquierda por cruce de peatones y bicicletas	f_{Lpb}	1	1	1
Ajuste en los giros a derecha por cruce de peatones y bicicletas	f_{Rpb}	1	1	1
Intensidad de saturación del grupo de carriles	S	7294	1545	9497

- Intersección 3

	Gr.	3.1.1	3.1.2	3.2.1
Demanda		344	1552	3424
Intensidad de saturación base	S_o	1900	1900	1900
Número de carriles del grupo	N	1	2	5
Factor de ajuste por anchura de carril	f_w	0.96	0.96	1
Factor por vehículos pesados	f_{HV}	0.99	0.99	0.99
Factor por pendiente del ramal	f_g	1	1	1
Factor por existencia de carril de estacionamiento y sus maniobras	f_p	1	1	1
Factor por bloqueo por buses que se detienen en la zona	f_{bb}	1	1	1
Factor por tipo de zona	f_a	1	1	1
Factor por uso de los carriles	f_{LU}	1	1	1
Factor por giros a izquierda	f_{LT}	1	1	1
Factor por giros a derecha	f_{RT}	1	1	1
Ajuste en los giros a izquierda por cruce de peatones y bicicletas	f_{Lpb}	1	1	1
Ajuste en los giros a derecha por cruce de peatones y bicicletas	f_{Rpb}	0.99	1	1
Intensidad de saturación del grupo de carriles	S	1530	3647	9499

GRUPO 3.1.1		
Demanda peatonal en la intersección	vped	40
Intensidad peatonal durante la fase verde	vpedg	20
Verde para peatones	gped	60
Ocupación media peatonal	OCCpedg	0.01
Demanda de ciclistas en la intersección	vbic	0
Intensidad de ciclistas durante la fase verde	vbicg	0
Ocupación media ciclista	OCCbicg	0.02
Para giros-izquierda desde calle de un sentido	OCCr	0.01
Ciclo Completo	C	120
Factor ajuste en los giros a izquierda por cruce de peatones y bicicletas.	ApbT	0.99

- Intersección 4

	Gr.	4.1.1	4.1.2	4.2.1
Demanda		1542	900	3524
Intensidad de saturación base	S_o	1900	1900	1900
Número de carriles del grupo	N	4	1	5
Factor de ajuste por anchura de carril	f_w	0.96	0.96	1
Factor por vehículos pesados	f_{HV}	0.99	0.99	1
Factor por pendiente del ramal	f_g	1	1	1
Factor por existencia de carril de estacionamiento y sus maniobras	f_p	1	1	1
Factor por bloqueo por buses que se detienen en la zona	f_{bb}	1	1	1
Factor por tipo de zona	f_a	1	1	1
Factor por uso de los carriles	f_{LU}	1	1	1
Factor por giros a izquierda	f_{LT}	1	1	1
Factor por giros a derecha	f_{RT}	1	1	1
Ajuste en los giros a izquierda por cruce de peatones y bicicletas	f_{Lpb}	1	1	1
Ajuste en los giros a derecha por cruce de peatones y bicicletas	f_{Rpb}	1	1	1
Intensidad de saturación del grupo de carriles	S	7296	1824	9500

- Intersección 6

	Gr.	6.2.1	6.3.1	6.3.2
Demanda		2152	920	464
Intensidad de saturación base	S_o	1900	1900	1900
Número de carriles del grupo	N	5	3	1
Factor de ajuste por anchura de carril	f_w	1	1	1
Factor por vehículos pesados	f_{HV}	0.99	1	1
Factor por pendiente del ramal	f_g	1	1	1
Factor por existencia de carril de estacionamiento y sus maniobras	f_p	1	1	1
Factor por bloqueo por buses que se detienen en la zona	f_{bb}	1	1	1
Factor por tipo de zona	f_a	1	1	1
Factor por uso de los carriles	f_{LU}	1	1	1
Factor por giros a izquierda	f_{LT}	1	1	1
Factor por giros a derecha	f_{RT}	1	1	1
Ajuste en los giros a izquierda por cruce de peatones y bicicletas	f_{Lpb}	1	1	1

Ajuste en los giros a derecha por cruce de peatones y bicicletas	f_{Rpb}	1	1	0.99
Intensidad de saturación del grupo de carriles	S	9499	5700	1594

GRUPO 6.3.2		
Demanda peatonal en la intersección	vped	40
Intensidad peatonal durante la fase verde	vpedg	20
Verde para peatones	gped	60
Ocupación media peatonal	OCCpedg	0.01
Demanda de ciclistas en la intersección	vbic	0
Intensidad de ciclistas durante la fase verde	vbicg	0
Ocupación media ciclista	OCCbicg	0.02
Para giros-izquierda desde calle de un sentido	OCCr	0.01
Ciclo Completo	C	120
Factor ajuste en los giros a izquierda por cruce de peatones y bicicletas.	ApbT	0.99

2.3 PROPUESTA 3_ Ramal de acceso

- Intersección 4

	Gr.	4.1.1	4.1.2
Demanda		1476	180
Intensidad de saturación base	S_o	1900	1900
Número de carriles del grupo	N	4	1
Factor de ajuste por anchura de carril	f_w	0.96	0.96
Factor por vehículos pesados	f_{HV}	0.99	0.99
Factor por pendiente del ramal	f_g	1	1
Factor por existencia de carril de estacionamiento y sus maniobras	f_p	1	1
Factor por bloqueo por buses que se detienen en la zona	f_{bb}	1	1
Factor por tipo de zona	f_a	1	1
Factor por uso de los carriles	f_{LU}	1	1
Factor por giros a izquierda	f_{LT}	1	1
Factor por giros a derecha	f_{RT}	1	1
Ajuste en los giros a izquierda por cruce de peatones y bicicletas	f_{Lpb}	1	1
Ajuste en los giros a derecha por cruce de peatones y bicicletas	f_{Rpb}	1	1
Intensidad de saturación del grupo de carriles	S	7296	1824

- Intersección 5

	Gr.	5.1.1
Demanda		1923
Intensidad de saturación base	S_o	1900
Número de carriles del grupo	N	1
Factor de ajuste por anchura de carril	f_w	1
Factor por vehículos pesados	f_{HV}	1
Factor por pendiente del ramal	f_g	1
Factor por existencia de carril de estacionamiento y sus maniobras	f_p	1
Factor por bloqueo por buses que se detienen en la zona	f_{bb}	1
Factor por tipo de zona	f_a	1
Factor por uso de los carriles	f_{LU}	1
Factor por giros a izquierda	f_{LT}	1
Factor por giros a derecha	f_{RT}	1
Ajuste en los giros a izquierda por cruce de peatones y bicicletas	f_{Lpb}	1
Ajuste en los giros a derecha por cruce de peatones y bicicletas	f_{Rpb}	1
Intensidad de saturación del grupo de carriles	S	1900

2.4 PROPUESTA 4_ Paso subterráneo (Solución)

- Intersección 1

	Gr.	1.1.1	1.1.2
Demanda		1352	429
Intensidad de saturación base	S_o	1900	1900
Número de carriles del grupo	N	4	1
Factor de ajuste por anchura de carril	f_w	0.96	0.96
Factor por vehículos pesados	f_{HV}	1	0.99
Factor por pendiente del ramal	f_g	1	1
Factor por existencia de carril de estacionamiento y sus maniobras	f_p	1	1
Factor por bloqueo por buses que se detienen en la zona	f_{bb}	1	1
Factor por tipo de zona	f_a	1	1
Factor por uso de los carriles	f_{LU}	1	1
Factor por giros a izquierda	f_{LT}	1	1
Factor por giros a derecha	f_{RT}	1	0.84
Ajuste en los giros a izquierda por cruce de peatones y bicicletas	f_{Lpb}	1	1
Ajuste en los giros a derecha por cruce de peatones y bicicletas	f_{Rpb}	1	1
Intensidad de saturación del grupo de carriles	S	7296	1545

- Intersección 3

	Gr.	3.1.1	3.1.2	3.2.1
Demanda		359	1240	2207
Intensidad de saturación base	S_o	1900	1900	1900
Número de carriles del grupo	N	1	2	4
Factor de ajuste por anchura de carril	f_w	0.96	0.96	0.96
Factor por vehículos pesados	f_{HV}	0.99	0.99	0.99
Factor por pendiente del ramal	f_g	1	1	1
Factor por existencia de carril de estacionamiento y sus maniobras	f_p	1	1	1
Factor por bloqueo por buses que se detienen en la zona	f_{bb}	1	1	1
Factor por tipo de zona	f_a	1	1	1
Factor por uso de los carriles	f_{LU}	1	1	1
Factor por giros a izquierda	f_{LT}	1	1	1
Factor por giros a derecha	f_{RT}	0.84	1	1
Ajuste en los giros a izquierda por cruce de peatones y bicicletas	f_{Lpb}	1	1	1
Ajuste en los giros a derecha por cruce de peatones y bicicletas	f_{Rpb}	0.99	1	1
Intensidad de saturación del grupo de carriles	S	1530	3647	7295
GRUPO 3.1.1				
Demanda peatonal en la intersección		vped	40	
Intensidad peatonal durante la fase verde		vpedg	20	
Verde para peatones		gped	60	
Ocupación media peatonal		OCCpedg	0.01	
Demanda de ciclistas en la intersección		vbic	0	
Intensidad de ciclistas durante la fase verde		vbicg	0	
Ocupación media ciclista		OCCbicg	0.02	
Para giros-izquierda desde calle de un sentido		OCCr	0.01	
Ciclo Completo		C	120	
Factor ajuste en los giros a izquierda por cruce de peatones y bicicletas.		ApbT	0.99	

2.5 SOLUCIÓN _Propuesta 3 y 4

- Intersección 5

	Gr.	5.1.1
Demanda		892
Intensidad de saturación base	S_o	1900
Número de carriles del grupo	N	1
Factor de ajuste por anchura de carril	f_w	1
Factor por vehículos pesados	f_{HV}	1
Factor por pendiente del ramal	f_g	1
Factor por existencia de carril de estacionamiento y sus maniobras	f_p	1
Factor por bloqueo por buses que se detienen en la zona	f_{bb}	1
Factor por tipo de zona	f_a	1
Factor por uso de los carriles	f_{LU}	1
Factor por giros a izquierda	f_{LT}	1
Factor por giros a derecha	f_{RT}	1
Ajuste en los giros a izquierda por cruce de peatones y bicicletas	f_{Lpb}	1
Ajuste en los giros a derecha por cruce de peatones y bicicletas	f_{Rpb}	1
Intensidad de saturación del grupo de carriles	S	1900



ANEXO 2 – ESTUDIO ECONÓMICO DE LA SOLUCIÓN ADOPTADA

Con el diseño que se adopta de la solución elegida se puede tener una aproximación económica del coste de la ejecución, así como un análisis de la rentabilidad de esta solución adoptada.

1. MEDICIONES Y PRESUPUESTO DE LA SOLUCIÓN ADOPTADA

Se adjunta los documentos elaborados.

PRESUPUESTO Y MEDICIONES

ESTUDIO SOLUCIONES INT. SEMAFORIZADA BULEVAR SUR-CRT. MALILLA

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
01	SOLUCIÓN ELEGIDA RAMAL+TUNEL							
01-01	DEMOLICIONES Y TRABAJOS PREVIOS							
EADR.1eb	m2 Demol pav bald hidr mec							
	Demolición de pavimentos de baldosa hidráulica, realizada con martillo neumático, retirada de escombros y carga, sin incluir transporte a vertedero, según NTE/ADD-10.							
	RAMAL ACCESO							
	Acera oeste_Bulevar Sur	1	380,00			380,00		
	PASO SUBTERRÁNEO	1				1,00		
	Embocadura_Bulevar Sud	1	500,00			500,00		
	Trazado intermedio	1	400,00			400,00		
	Desembocadura_carretera Malilla Sur	1	767,40			767,40		
						2.048,40	4,56	9.340,70
EADR.1ebJLBOR m	Demol bord sobre horm							
	Demolición de bordillo colocado sobre hormigón, realizada con compresor y carga manual y mecánica de escombros sobre camión o contenedor, sin incluir transporte a vertedero, según NTE/ADD-10.							
	Bordillos							
	RAMAL ACCESO							
	Acera oeste_Bulevar Sur	1	75,00			75,00		
	PASO SUBTERRÁNEO							
	Embocadura_Bulevar Sud	1	150,00			150,00		
	Trazado intermedio	1	150,80			150,80		
	Desembocadura_carretera Malilla Sur	1	70,00			70,00		
	Rigolas							
	RAMAL ACCESO							
	Acera oeste_Bulevar Sur	1	75,00			75,00		
	PASO SUBTERRÁNEO							
	Embocadura_Bulevar Sud	1	150,00			150,00		
	Trazado intermedio	1	150,80			150,80		
	Desembocadura_carretera Malilla Sur	1	70,00			70,00		
						891,60	2,75	2.451,90
USJPtrasp-arb	u Trasplante arbol							
	Trasplante dentro de la obra de árbol de 50 a 80 cm de perímetro de tronco, incluye repicado con retroexcavadora y medios manuales, formación de cepellón con medios manuales, excavación de hoyo de plantación de 225x225x100 cm con retroexcavadora, plantación con camión grúa en el nuevo lugar de ubicación, relleno del hoyo con 50% de arena, 25% de tierra de la excavación y 25% de tierra vegetal fertilizada, primer riego y carga de las tierras sobrantes a camión.							
	RAMAL ACCESO							
	Zona verde en Acera oeste_Bulevar Sur	1	35,00			35,00		
						35,00	402,20	14.077,00
EADF.3cbLG2M1	m2 Demol solera de hormigón espesor hasta 20cm							
	Demolición completa de solera de hormigón espesor hasta 20cm, con medios mecánicos, con retirada de escombros y carga, sin incluir transporte a vertedero. Criterio de medición: se mide la superficie construida que figura en el catastro, por lo que el contratista deberá inspeccionar antes de la oferta, la superficie y demás características de todos los elementos constructivos a demoler.							
	RAMAL ACCESO							
	Trazado y aceras	1	472,00			472,00		
	PASO SUBTERRÁNEO							
	Embocadura_Bulevar Sud	1	1.875,00			1.875,00		
	Trazado intermedio	1	3.700,00			3.700,00		
	Desembocadura_carretera Malilla Sur	1	1.250,00			1.250,00		
						7.297,00	2,21	16.126,37
Demolsum	u Demolición de sumidero o imbornal							
	Demolición de sumidero o imbornal, con carga y transporte a vertedero de los productos sobrantes							
	RAMAL ACCESO							
	Acera oeste_Bulevar Sur	1	4,00			4,00		
	PASO SUBTERRÁNEO							
	Embocadura_Bulevar Sud	1	8,00			8,00		
	Trazado intermedio	1	15,00			15,00		

PRESUPUESTO Y MEDICIONES

ESTUDIO SOLUCIONES INT. SEMAFORIZADA BULEVAR SUR-CRT. MALILLA

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
						33,00	54,13	1.786,29
DDDV.4a	m2 Fresado de pav de bituminoso							
	Fresado por cada centímetro de espesor de pavimento de bituminoso incluida a retirada de escombros a contenedor o acopio intermedio y sin incluir la carga y el transporte a vertedero.							
	Fresado 4 cm							
	PASO SUBTERRÁNEO							
	Embocadura_Bulevar Sud	1	1.250,00			1.250,00		
	RAMAL ACCESO							
	Trazado	1	835,00			835,00		
						2.085,00	0,60	1.251,00
EADF.3cbLG2M3	m2 Demol solera de asfalto espesor hasta 10cm							
	Demolición completa de solera de asfalto espesor hasta 10cm, con medios mecánicos, con retirada de escombros y carga, sin incluir transporte a vertedero. Criterio de medición: se mide la superficie construida que figura en el catastro, por lo que el contratista deberá inspeccionar la superficie y demás características de todos los elementos constructivos a demoler antes de la oferta.							
	RAMAL ACCESO							
	Trazado	1	472,00			472,00		
	PASO SUBTERRÁNEO							
	Embocadura_Bulevar Sud	1	1.875,00			1.875,00		
	Trazado intermedio	1	3.700,00			3.700,00		
	Desembocadura_carretera Malilla Sur	1	1.250,00			1.250,00		
						7.297,00	1,60	11.675,20
TOTAL 01-01.....								56.708,46
01-02	MOVIMIENTOS DE TIERRA							
ECME.5cbP	m3 Desmote o excavación con pala cargadora							
	Desmote o excavación a cielo abierto realizado en terrenos medios, con pala cargadora, para dar al terreno la rasante de explanación prevista, incluso ayuda manual en las zonas de difícil acceso, limpieza y extracción de restos, según NTE/ADE-3. Incluye transporte a lugar de empleo.							
	RAMAL ACCESO							
	Trazado y aceras	1	472,00	0,50		236,00		
						236,00	1,69	398,84
ECME.EM	m3 Excavación manual en zanjas							
	Excavación manual en tierras de cualquier tipo, incluso carga de los productos sobrantes y p.p. de agotamiento y entibación							
		80				80,00		
						80,00	42,85	3.428,00
N-CD02038	u Excavación en cata o localización de servicios							
	Excavación en catas o localización de servicios de dimensiones aproximadas 1x1x1,5 m, con medios manuales o mecánicos, en cualquier clase de terreno manteniendo los servicios existentes, incluso entibaciones, agotamientos, refino, extracción, carga y transporte a vertedero de los productos resultantes.							
		20				20,00		
						20,00	182,06	3.641,20
TOTAL 01-02.....								7.468,04
01-03	CIMENTACIONES, ESTRUCTURAS Y MUROS							
ECAE.7ccV	m3 Excav zanja medios retro							
	Excavación para la formación de zanja, en terrenos medios, con retroexcavadora, incluso ayuda manual en las zonas de difícil acceso, limpieza y extracción de restos a los bordes y carga sobre transporte, según NTE/ADZ-4.							
	PASO SUBTERRÁNEO							
	Embocadura_Bulevar Sud	1	1.875,00		12,00	22.500,00		
	Trazado intermedio	1	3.700,00		12,00	44.400,00		
	Desembocadura_carretera Malilla Sur	1	1.250,00		12,00	15.000,00		
						81.900,00	7,26	594.594,00

PRESUPUESTO Y MEDICIONES

ESTUDIO SOLUCIONES INT. SEMAFORIZADA BULEVAR SUR-CRT. MALILLA

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
ECAR10ab	m3 Rell znj tie pro band Relleno o terraplenado de zanjas o pozos con medios manuales, con tierras propias seleccionadas procedentes de la excavación, incluso carga, descarga, transporte, extendido, humectación y compactado con bandeja vibradora según NTE/ADZ-12 en tongadas no superiores a 30 cm, con grado de compactación igual o superior al 95% del p.m. medido sobre perfil. PASO SUBTERRÁNEO Embocadura_Bulevar Sud Trazado intermedio Desembocadura_carretera Malilla Sur	1 1 1	100,00 185,00 50,00	15,00 15,00 15,00	2,00 3,00 2,00	3.000,00 8.325,00 1.500,00		
						12.825,00	8,18	104.908,50
ECDZ.2abbb	m2 HL-150/B/20 limpieza e=10 cm Capa de hormigón de limpieza HL-150/B/20 preparado, de consistencia blanda, tamaño máximo del árido 20 mm. y 10cm. de espesor, en la base de la cimentación, transportado y puesto en obra, según EHE. CIMENTACIONES PASO SUBTERRÁNEO Embocadura_Bulevar Sud Trazado intermedio Desembocadura_carretera Malilla Sur	2 2 2	100,00 185,00 50,00	2,00 2,00 2,00		400,00 740,00 200,00		
						1.340,00	8,35	11.189,00
ECDL.1abbaJL	m3 HA 25 p/losa cim B 20 cualquier medio Hormigón para armar HA 25/B/20/Ila preparado, consistencia blanda y tamaño máximo 20 mm, en losas de cimentación, vertido mediante cualquier medio, elaborado, transportado y puesto en obra según EHE-08, medido el volumen a excavación teórica llena. PASO SUBTERRÁNEO Embocadura_Bulevar Sud Zapatras Muros Losa superior Trazado intermedio Zapatras Muros Losa superior Desembocadura_carretera Malilla Sur Zapatras Muros Losa superior	2 2 1 2 2 1 2 2 1 2 2 1	100,00 100,00 100,00 185,00 185,00 185,00 50,00 50,00 50,00	2,50 0,80 8,00 2,50 0,80 8,00 2,50 0,80 8,00	1,00 8,00 0,20 1,00 12,00 0,20 1,00 8,00 0,20	500,00 1.280,00 160,00 925,00 3.552,00 296,00 250,00 640,00 80,00		
						7.683,00	82,96	637.381,68
ECDZ.4bjJ	kg B 500 S corrugado 6-16 en cimentaciones Acero corrugado B 500 S soldable, de diámetro entre 6-16 mm., montado en cimentaciones, incluso cortes, ferrallado y despuntes. Dotación 100 Kg/m3 Zapatras Muros Losa superior	100 100 100	335,00 335,00 335,00	2,50 0,80 8,00	1,00 12,00 0,20	83.750,00 321.600,00 53.600,00		
						458.950,00	0,98	449.771,00
01.03.06	u Equipo de bombeo Equipo de bombeo compuesto por dos bombas sumergibles de aguas residuales monobloc inundable para instalación sumergida tipo Wilo-Drain STS 40/10-A o similar, de achique de aguas limpias de 0,75 kw de potencia, con carcasa de motor en acero inoxidable y motor asíncrono de 2 polos, con sus correspondientes sondas de nivel y cuadro eléctrico que nos permitan un funcionamiento alternativo de las bombas, así como un funcionamiento simultáneo en caso de emergencia. Se incluye la red de descarga desde las bombas hasta el colector en planta superior, realizado con tubería de PVC de presión de Ø75, con todos sus accesorios correspondientes, incluso una válvula de retención por cada bomba y contador de turbina tangencial con transmisión de impulsos tipo Reed hasta armario de contadores, para un caudal máximo de 40 m3/h. Para colocar en pozo (medido en otra unidad) incluso medios auxiliares. Según DB HS-5 y DB HS-1.	4				4,00		
						4,00	3.094,62	12.378,48

PRESUPUESTO Y MEDICIONES

ESTUDIO SOLUCIONES INT. SEMAFORIZADA BULEVAR SUR-CRT. MALILLA

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
EEET.2abaa	m2 Enf met <1.5 2cr pq dim Encofrado metálico a 2 caras para muros de altura menor 1.5m mediante paneles metálicos de pequeñas dimensiones, estimándose 25 usos, incluso desencofrado, limpieza y almacenamiento.							
	Zapatas	4	335,00		1,00	1.340,00		
		4	0,50		0,35	0,70		
	Muros	4	335,00		12,00	16.080,00		
		4	0,25		0,80	0,80		
	Losa superior	2	335,00		8,00	5.360,00		
		2	1,30		0,20	0,52		
						22.782,02	22,60	514.873,65
TOTAL 01-03.....								2.325.096,31
01-04	PAVIMENTOS							
UPCOM-FON-EXPM2	Compactación fondo explanada Compactación, con rodillo autopropulsado, con grado de compactación 95% del Proctor modificado, sobre suelo adecuado.							
	RAMAL ACCESO							
	Trazado y aceras	1	472,00			472,00		
	PASO SUBTERRÁNEO							
	Embocadura_Bulevar Sud	1	1.875,00			1.875,00		
	Trazado intermedio	1	3.700,00			3.700,00		
	Desembocadura_carretera Malilla Sur	1	1.250,00			1.250,00		
						7.297,00	1,22	8.902,34
ECAR.1bJL	m3 Terraplén c/suelo seleccionado Terraplén en capas de hasta 30cm de espesor, compactado al 95% del proctor normal, de suelo seleccionado a pie de obra, incluyendo la extensión, riego y compactación y el refino de taludes.							
	RAMAL ACCESO							
	Trazado y aceras	1	472,00		0,30	141,60		
	PASO SUBTERRÁNEO							
	Embocadura_Bulevar Sud	1	1.875,00		0,30	562,50		
	Trazado intermedio	1	3.700,00		0,30	1.110,00		
	Desembocadura_carretera Malilla Sur	1	1.250,00		0,30	375,00		
						2.189,10	7,75	16.965,53
UPCB.1aJ	m3 Base zahorra cpto 98% PN Base granular realizada con zahorra artificial, colocada con motoniveladora y con una compactación al 98% del Proctor Normal.							
	RAMAL ACCESO							
	Trazado y aceras	1	472,00		0,30	141,60		
	PASO SUBTERRÁNEO							
	Embocadura_Bulevar Sud	1	1.875,00		0,30	562,50		
	Trazado intermedio	1	3.700,00		0,30	1.110,00		
	Desembocadura_carretera Malilla Sur	1	1.250,00		0,30	375,00		
						2.189,10	16,19	35.441,53
UPCH.4bJ	m3 HM20 e/calzada Hormigón en masa HM 20 con arido de tamaño máximo de 20 mm., de consistencia blanda, incluso vibrado, en base de calzada, solera de aceras, pistas deportivas o paseos, cimientos de bordillos, escaleras, barandillas y mobiliario urbano, elaborado, transportado y puesto en obra, según EHE, medido el volumen a excavación teórica llena.							
	RAMAL ACCESO							
	Trazado y aceras	1	472,00		0,30	141,60		
	PASO SUBTERRÁNEO							
	Embocadura_Bulevar Sud	1	1.875,00		0,30	562,50		
	Trazado intermedio	1	3.700,00		0,30	1.110,00		
	Desembocadura_carretera Malilla Sur	1	1.250,00		0,30	375,00		
						2.189,10	55,37	121.210,47
UPPB.1I	m Bord H 20x30x50 Bordillo de hormigón de 20x30x50 cm. sobre lecho de hormigón HM 15/B/20/IIa rejuntado con mortero de cemento M-5.							
	RAMAL ACCESO							
	Trazado y aceras	1	136,00			136,00		
	PASO SUBTERRÁNEO							
	Embocadura_Bulevar Sud	1	185,00			185,00		
	Trazado intermedio	1	150,80			150,80		
	Desembocadura_carretera Malilla Sur	1	70,00			70,00		
						541,80	26,23	14.211,41

PRESUPUESTO Y MEDICIONES

ESTUDIO SOLUCIONES INT. SEMAFORIZADA BULEVAR SUR-CRT. MALILLA

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
UPPB.3aJ	m Rigola H 6x20x50 Rigola de hormigón de 6x20x50 cm, sobre lecho de hormigón HM 15/B/20/IIa con mortero de cemento M-5 y lechada de cemento. RAMAL ACCESO Trazado y aceras PASO SUBTERRÁNEO Embocadura_Bulevar Sud Trazado intermedio Desembocadura_carretera Malilla Sur	1	136,00			136,00		
		1	185,00			185,00		
		1	150,80			150,80		
		1	70,00			70,00		
						541,80	6,64	3.597,55
UPCR.1ab_J-1	m2 Riego impr emu aniónica EAL-1 Riego de imprimación sobre sub-base de calzada y caminos de servicio, con con emulsión bituminosa aniónica de rotura lenta tipo EAL-1, a razón de 1,2Kg/m2 y cubrición con 4 Kg/m2 de árido calizo. RAMAL ACCESO Trazado y aceras PASO SUBTERRÁNEO Embocadura_Bulevar Sud Trazado intermedio Desembocadura_carretera Malilla Sur	1	380,00			380,00		
		1	100,00	5,00		500,00		
		1	185,00	5,00		925,00		
		1	50,00	5,00		250,00		
						2.055,00	0,56	1.150,80
UPBASE-CALZ2b t	Base mezcla bituminosa AC22 bin 50/70S e=7cm TP Base de mezcla bituminosa en caliente, de composición semidensa AC22 bin 50/70S, con árido calcáreo, extendida y compactada al 97%, de 7cm de espesor. RAMAL ACCESO Trazado y aceras PASO SUBTERRÁNEO Embocadura_Bulevar Sud Trazado intermedio Desembocadura_carretera Malilla Sur	2,3	380,00		0,07	61,18		
		2,3	100,00	5,00	0,07	80,50		
		2,3	185,00	5,00	0,07	148,93		
		2,3	50,00	5,00	0,07	40,25		
						330,86	51,13	16.916,87
UP-CALZ2JLMb t	Capa rod fonoab FA-12 e=3cm Capa de rodadura realizada con mezcla bituminosa en caliente tipo FA-12 foobsoynte, con árido calcáreo, extendida y compactada al 97%. RAMAL ACCESO Trazado y aceras PASO SUBTERRÁNEO Embocadura_Bulevar Sud Trazado intermedio Desembocadura_carretera Malilla Sur	2,3	380,00		0,03	26,22		
		2,3	100,00	5,00	0,03	34,50		
		2,3	185,00	5,00	0,03	63,83		
		2,3	50,00	5,00	0,03	17,25		
						141,80	76,61	10.863,30
UPCR.1ba_J	m2 Riego adh emu aniónica EAR-1 Riego de adherencia entre capas de mezcla bituminosa en caliente con emulsión aniónica de rotura rápida tipo EAR-1, a razón de 0.6 kg/m2, o sobre tableros de hormigón hidráulico de grandes obras de fábrica. RAMAL ACCESO Trazado y aceras PASO SUBTERRÁNEO Embocadura_Bulevar Sud Trazado intermedio Desembocadura_carretera Malilla Sur	1	380,00			380,00		
		1	100,00	5,00		500,00		
		1	185,00	5,00		925,00		
		1	50,00	5,00		250,00		
						2.055,00	0,28	575,40
UPPR16aa	m2 Pav baldosa hidr gs lisa biselada 20x20cm Pavimento con baldosas de cemento hidráulicas lisas o con superficie táctil, biseladas, de 20x20x2.5cm, color negro, gris o rojo, colocadas sobre capa de de arena de 2 cm de espesor mínimo, tomadas con mortero de cemento M-5, incluso rejuntado con lechada de cemento, eliminación de restos y limpieza, según NTE/RSR-4. RAMAL ACCESO Trazado y aceras PASO SUBTERRÁNEO Embocadura_Bulevar Sud Trazado intermedio Desembocadura_carretera Malilla Sur	1	650,20			650,20		
		1	300,00			300,00		
		1	354,00			354,00		
		1	95,00			95,00		
						1.399,20	18,60	26.025,12
TOTAL 01-04.....								255.860,32

PRESUPUESTO Y MEDICIONES

ESTUDIO SOLUCIONES INT. SEMAFORIZADA BULEVAR SUR-CRT. MALILLA

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
01-07	SANEAMIENTO							
ECAE.7ccV2	m3 Excv zanja medios retro saneamiento (incl. entibaciones) Excavación para la formación de zanja, en terrenos medios, con retroexcavadora, incluso ayuda manual en las zonas de difícil acceso, limpieza y extracción de restos a los bordes y carga sobre transporte, según NTE/ADZ-4. Se incluye en el precio las ayudas necesarias en zanjas de mayor profundidad de entibaciones. Criterio de medición: en cualquier caso se medirá la zanja teórica rectangular según detalles de proyecto y tabla tipo por diámetros, sin tener en cuenta sobreescavaciones por la construcción de taludes, colocación de entibaciones o cualquier otra causa.							
	PASO SUBTERRÁNEO	8	10,00		12,00	960,00		
		22	5,00		1,00	110,00		
						1.070,00	9,71	10.389,70
ECAE.8ccV	m3 Excv pozo medios retro Excavación para formación de pozos, en terrenos medios, con medios mecánicos, retroexcavadora, incluso ayuda manual en las zonas de difícil acceso, limpieza y extracción de restos con extracción a los bordes, incluyendo carga sobre transporte, según NTE/ADZ-4.							
	PASO SUBTERRÁNEO	8	2,00		12,00	192,00		
						192,00	10,89	2.090,88
EISZ.6eb	m Canlz tubo san corrugado PE Ø500mm SN8 Canalización para alcantarillado hecha con tubo de polietileno de alta densidad (PE-AD), para canalización enterrada, de diámetro exterior 500 mm, de doble pared. Suministrado en tubos de 6 m de longitud, con unión mediante junta elástica incluida y montada en cada tubo. Resistente a la abrasión, según Proyecto Norma europeo pr-EN-13476-1. Colocado en zanja de ancho 300+500mm, sobre capa de HM/P/20/IIa de 15cm de espesor y relleno con el mismo tipo de hormigón hasta 15cm por encima de la generatriz superior del tubo, refuerzo con mallazo de acero Ø 8, de 15x15 a 3cm sobre el conducto, según plano Z-8 de la Normativa para obras de saneamiento de la ciudad de Valencia. Sin incluir transporte del tubo, excavación, relleno de la zanja ni compactación final.							
	PASO SUBTERRÁNEO	8	10,00			80,00		
						80,00	74,74	5.979,20
UICC16baV1-1	m Canlz tb PEAD p/hgnar Ø250 bajo zanja (desagüe sumid/imbornal) Canalización para alcantarillado hecha con tubo de polietileno de alta densidad (PE-AD), para canalización enterrada, de diámetro exterior 250mm e interior 218 mm, de doble pared. Suministrado en tubos de 6 m de longitud, con unión mediante junta elástica incluida y montada en cada tubo. Resistente a la abrasión, según Proyecto Norma europeo pr-EN-13476-1. Colocado en zanja de ancho 300+300mm, sobre capa de HM/P/20/IIa de 10 cm de espesor y relleno con el mismo tipo de hormigón hasta 10 cm por encima de la generatriz superior del tubo, según plano Z-1 de la Normativa para obras de saneamiento de la ciudad de Valencia. Sin incluir transporte del tubo, excavación, relleno de la zanja ni compactación final.							
	RAMAL ACCESO	5	10,00			50,00		
	PASO SUBTERRÁNEO	30	5,50			165,00		
						215,00	30,82	6.626,30
UICA.4aV1	u Sumidero de clapeta rectangular Mediano Ayto. Valencia Sumidero para recogida de pluviales en calzada, de dimensiones interiores 30x50cm y 50cm de profundidad, realizado sobre solera de hormigón HNE-15 de 10cm de espesor, con paredes formadas por muro aparejado de 12cm de espesor, de ladrillo macizo, sentados con mortero de cemento M-5 de 1cm de espesor. Enfoscado y bruñido interiormente con mortero hidrófugo 1:3. Enrasado al pavimento con HNE-15. Cubierto con reja y cerco de fundición, enrasada al pavimento. Incluso recibido a tubo de saneamiento de Ø25 cm. Según NTE-ISA-13. Según detalles de proyecto y Ordenanza Municipal de Saneamiento.							
		35				35,00		
						35,00	154,86	5.420,10

PRESUPUESTO Y MEDICIONES

ESTUDIO SOLUCIONES INT. SEMAFORIZADA BULEVAR SUR-CRT. MALILLA

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE	
UICA.7aa	u Arq rgtr 35x35x50 Ayto Vlc Arqueta de registro de dimensiones interiores 35x35 cm y altura 50 cm, construida con fábrica de ladrillo a gafa de medio pie de espesor, recibida con mortero M-15, colocado sobre solera de hormigón de 20 cm de espesor, enfoscada y bruñida interiormente con mortero hidrófugo M-700, y con ángulos redondeados. Con tapa y marco de fundición dúctil convencional de 40x40 cm, según Normativa de obras de saneamiento de la ciudad de Valencia. Sin incluir la excavación, ni el relleno perimetral posterior.	10				10,00			
						10,00	80,72	807,20	
UICA.1101V	u Pozo registro en nudo de aporte/transición ø400-1000 A Pozo registro de diámetro 100 cm, prefabricado, con base de hormigón y con anillos de hormigón, de 250 cm de profundidad media/máxima, incluso pates de polipropileno cada 30 cm, hormigón de relleno, marco y tapa de fundición dúctil normalizada, completamente terminado. Sin incluir excavación. Según Normativa para Obras de Saneamiento de la Ciudad de Valencia. Según detalles de proyecto.	8				8,00			
						8,00	562,74	4.501,92	
UIVV.111V	u Punto de vertido a red existente de pluviales: imbornal a pozo Punto de conexión de imbornal proyectado a pozo de registro de la red existente de alcantarillado municipal. Mediante la perforación de la pared lateral del pozo, rotura mediante martillo rompedor para la colocación del colector hasta el interior del pozo. Reparación con ladrillo y hormigón, además de mortero hidrófugo por la parte interior. Sin incluir excavación, relleno de la zanja ni compactación final, así como colectores ni piezas especiales. Unidad totalmente ejecutada y terminada. Según NTE-ISA-13.	35				35,00			
						35,00	98,76	3.456,60	
TOTAL 01-07.....									39.271,90
01-11	SEÑALIZACIÓN Y SEMÁFOROS								
USSP.2a	m2 Marca vial reflex s/calz signos Marca vial de tráfico, signos, flechas o letras, con pintura blanca reflexiva, realizada con medios mecánicos, incluso premarcaje.	287,00				287,00			
						287,00	5,30	1.521,10	
USSP.1d	m Marca vial reflx calz 40 Marca vial de 40 cm de ancho con pintura blanca reflexiva a base de resina acrílica termoplástica y esferas reflectantes, realizada con medios mecánicos, incluso premarcaje.	285,00				285,00			
						285,00	2,71	772,35	
USSP.1b	m Marca vial reflx calz 15 Marca vial de 15cm de ancho con pintura blanca reflexiva a base de resina acrílica termoplástica y esferas reflectantes, realizada con medios mecánicos, incluso premarcaje.	586,00				586,00			
						586,00	1,93	1.130,98	
USSP.1a	m Marca vial reflx calz 10 blanca o amarilla Marca vial de 10 cm de ancho con pintura blanca o amarilla reflexiva a base de resina acrílica termoplástica y esferas reflectantes, realizada con medios mecánicos, incluso premarcaje.	2.400,00				2.400,00			
						2.400,00	1,85	4.440,00	
USSR.3db-JO	u Señal proh/obl ø60cm refl incl. cim. Señal de prohibición y obligación, de disco de diámetro 60cm, normas MOPT, reflectante, sobre poste galvanizado de 80x40x2mm y 2m de longitud, incluso colocación, anclajes y tornillería.	20				20,00			

PRESUPUESTO Y MEDICIONES

ESTUDIO SOLUCIONES INT. SEMAFORIZADA BULEVAR SUR-CRT. MALILLA

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
						20,00	126,70	2.534,00
USSR.3cbJ-JO	u Señal pel/tri 90 ld refl incl. cim. Señal de peligro triangular de 90cm de lado, normas MOPT, reflectante, sobre poste galvanizado de 80x40x2mm y 2m de longitud, incluso colocación, anclajes y tornillería.	20				20,00		
						20,00	188,94	3.778,80
USSR.3jb-JO	u Señal info/cuad 60x60 refl incl. cim. Señal informativa circulación, cuadrada, 60x60cm, normas MOPT, reflectante, sobre poste galvanizado en forma de T de 80x40x2mm y 1.2m de altura, incluso colocación, anclajes y tornillería.	16				16,00		
						16,00	274,18	4.386,88
01.06.08	u Desvio servicios Partida a justificar de desvio de servicios existentes por motivos de interferencia en la ejecución de las obras.	15				15,00		
						15,00	2.565,00	38.475,00
PD4199	u Cartel de 40 x 60 cm aluminio Instalación de cartel de aluminio enmarcado, con lámina reflectante nivel II de 40x60 cm	5				5,00		
						5,00	153,82	769,10
TOTAL 01-11.....								57.808,21
TOTAL 01.....								2.742.213,24

PRESUPUESTO Y MEDICIONES

ESTUDIO SOLUCIONES INT. SEMAFORIZADA BULEVAR SUR-CRT. MALILLA

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
GEST	GESTIÓN DE RESIDUOS							
GGER.100M-P	<p>t Gestión Residuos de HORMIGÓN Y MORTEROS</p> <p>Gestión Residuos de hormigón y morteros que consta de:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Coste de separación del residuo en la propia obra. - Coste de gestión de residuo separado para su valorización en la propia obra. - Tasa para el envío directo del residuo separado a un gestor final autorizado por la comunidad autónoma correspondiente, para su valorización. - Transporte de residuos finales a vertedero o a lugar de valorización. - Tasa para la deposición directa de residuos de construcción separados exentos de materiales reciclables en vertedero autorizado por la comunidad autónoma correspondiente. <p>La medición es una estimación mediante programa informático, a verificar por el industrial antes de presentar oferta.</p>							
	Demoliciones hormigón, baldosas	1	2.872,90		1,25	3.591,13		
						3.591,13	5,49	19.715,30
GGER.104M-P	<p>t Gestión Residuos de MADERA</p> <p>Gestión de residuos de madera, exentos de materiales reciclables, que consta de:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Coste de separación del residuo en la propia obra. - Coste de gestión de residuo separado para su valorización en la propia obra. - Tasa para el envío directo del residuo separado a un gestor final autorizado por la comunidad autónoma correspondiente, para su valorización externa. - Transporte de residuos finales a vertedero o a lugar de valorización. - Tasa para la deposición directa de residuos separados exentos de materiales reciclables en vertedero autorizado por la comunidad autónoma correspondiente. <p>La medición es una estimación mediante programa informático, a verificar por el industrial antes de presentar oferta.</p>							
		1	5,00		0,19	0,95		
						0,95	25,33	24,06
GGER.105M-P	<p>t Gestión Residuos de VIDRIO</p> <p>Gestión de residuos de vidrio, exentos de materiales reciclables, que consta de:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Coste de separación del residuo en la propia obra. - Coste de gestión de residuo separado para su valorización en la propia obra. - Tasa para el envío directo del residuo separado a un gestor final autorizado por la comunidad autónoma correspondiente, para su valorización externa. - Transporte de residuos finales a vertedero o a lugar de valorización. - Tasa para la deposición directa de residuos separados exentos de materiales reciclables en vertedero autorizado por la comunidad autónoma correspondiente. <p>La medición es una estimación mediante programa informático, a verificar por el industrial antes de presentar oferta.</p>							
		1	5,00		2,00	10,00		
						10,00	5,49	54,90

PRESUPUESTO Y MEDICIONES

ESTUDIO SOLUCIONES INT. SEMAFORIZADA BULEVAR SUR-CRT. MALILLA

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
GGER.106M-P	<p>t Gestión Residuos de PLÁSTICO</p> <p>Gestión de residuos de plástico, exentos de materiales reciclables, que consta de:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Coste de separación del residuo en la propia obra. - Coste de gestión de residuo separado para su valorización en la propia obra. - Tasa para el envío directo del residuo separado a un gestor final autorizado por la comunidad autónoma correspondiente, para su valorización externa. - Transporte de residuos finales a vertedero o a lugar de valorización. - Tasa para la deposición directa de residuos separados exentos de materiales reciclables en vertedero autorizado por la comunidad autónoma correspondiente. <p>La medición es una estimación mediante programa informático, a verificar por el industrial antes de presentar oferta.</p>	1	5,00		0,08	0,40		
						0,40	19,42	7,77
GGER.109M-P	<p>t Gestión Residuos de METALES mezclados</p> <p>Gestión de residuos de acero y otros metales, exentos de materiales reciclables, que consta de:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Coste de separación del residuo en la propia obra. - Coste de gestión de residuo separado para su valorización en la propia obra. - Tasa para el envío directo del residuo separado a un gestor final autorizado por la comunidad autónoma correspondiente, para su valorización externa. - Transporte de residuos finales a vertedero o a lugar de valorización. - Tasa para la deposición directa de residuos separados exentos de materiales reciclables en vertedero autorizado por la comunidad autónoma correspondiente. <p>La medición es una estimación mediante programa informático, a verificar por el industrial antes de presentar oferta.</p>	1	5,00		0,17	0,85		
						0,85	76,01	64,61
GGER.108M-P	<p>t Gestión Residuos de mezclas bituminosas</p> <p>Gestión de residuos de mezclas bituminosas que consta de:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Coste de separación del residuo en la propia obra. - Coste de gestión de residuo separado para su valorización en la propia obra. - Tasa para el envío directo del residuo separado a un gestor final autorizado por la comunidad autónoma correspondiente, para su valorización externa. - Transporte de residuos finales a vertedero o a lugar de valorización. - Tasa para la deposición directa de residuos separados exentos de materiales reciclables en vertedero autorizado por la comunidad autónoma correspondiente. <p>La medición es una estimación mediante programa informático, a verificar por el industrial antes de presentar oferta.</p>	1	1.261,00		1,70	2.143,70		
						2.143,70	7,40	15.863,38

PRESUPUESTO Y MEDICIONES

ESTUDIO SOLUCIONES INT. SEMAFORIZADA BULEVAR SUR-CRT. MALILLA

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
GGER.110M-P	<p>t Gestión Residuos de TIERRA Y PIEDRAS no contam</p> <p>Gestión de residuos de tierras y piedras no contaminadas, exentos de materiales reciclables, que consta de:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Coste de separación del residuo en la propia obra. - Coste de gestión de residuo separado para su valorización en la propia obra. - Tasa para el envío directo del residuo separado a un gestor final autorizado por la comunidad autónoma correspondiente, para su valorización externa. - Transporte de residuos finales a vertedero o a lugar de valorización. - Tasa para la deposición directa de residuos separados exentos de materiales reciclables en vertedero autorizado por la comunidad autónoma correspondiente. <p>La medición es una estimación mediante programa informático, a verificar por el industrial antes de presentar oferta.</p>	1	95.000,00		1,50	142.500,00		
						142.500,00	1,86	265.050,00
GGER.103M-P	<p>t Gestión Residuos INERTES mezclados (escombros)</p> <p>Gestión de residuos inertes mezclados (escombros) exentos de materiales reciclables, que consta de:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Coste de separación del residuo en la propia obra. - Coste de gestión de residuo separado para su valorización en la propia obra. - Tasa para el envío directo del residuo separado a un gestor final autorizado por la comunidad autónoma correspondiente, para su valorización externa. - Transporte de residuos finales a vertedero o a lugar de valorización. - Tasa para la deposición directa de residuos separados exentos de materiales reciclables en vertedero autorizado por la comunidad autónoma correspondiente. <p>La medición es una estimación mediante programa informático, a verificar por el industrial antes de presentar oferta.</p>	1	14,40		0,43	6,19		
						6,19	16,89	104,55
GGER.113M	<p>t Gestión Residuos peligrosos y otros</p> <p>Gestión de residuos peligrosos y otros, que consta de:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Coste de la mano de obra especializada y los medios especiales para su manipulación. - Coste de separación del residuo en la propia obra. - Transporte de residuos finales a vertedero autorizado. - Transporte de residuos peligrosos a vertedero autorizado. - Tasa para la deposición directa de residuos separados exentos de materiales reciclables en vertedero autorizado por la comunidad autónoma correspondiente. - Tasa para la deposición directa de residuos peligrosos (dependiendo de cada tipo a comprobar en obra) exentos de materiales reciclables en vertedero autorizado por la comunidad autónoma correspondiente. <p>La medición de residuos de obra nueva, es una estimación empleando como base los estudios realizados por la Comunidad de Madrid de la composición en peso de los RCDs que van a sus vertederos (Plan Nacional de RCDs 2001-2006).</p>	1	5,00		0,15	0,75		
						0,75	147,26	110,45
TOTAL GEST								300.995,02

PRESUPUESTO Y MEDICIONES

ESTUDIO SOLUCIONES INT. SEMAFORIZADA BULEVAR SUR-CRT. MALILLA

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
SEG	SEGURIDAD Y SALUD							
04-01	PROTECCION INDIVIDUAL							
SPIC.1b	u Protección individual Partida alzada a justificar incluye EPI's necesarios para la ejecución de los trabajos.	1				1,00		
						1,00	2.866,84	2.866,84
	TOTAL 04-01.....							2.866,84
04-02	PROTECCIÓN COLECTIVA							
SPST.2aJ	m Protección colectiva Partida alzada a justificar donde se incluye todos los elementos de protecciones colectivas, como vallados, pasarelas, puertas y otros elementos necesarios para la ejecución de las obras.	1,00				1,00		
						1,00	29.887,04	29.887,04
	TOTAL 04-02.....							29.887,04
04-03	SEÑALIZACIÓN							
SPSA.5a	u Señalización Partida alzada a justificar. Incluye todos los elementos de señalización necesarios para la ejecución de las obras.	1				1,00		
						1,00	2.968,22	2.968,22
	TOTAL 04-03.....							2.968,22
04-04	INSTALACIONES Y SERVICIOS							
SEBC.2cbb	me Instalaciones y servicios Partida alzada a justificar que incluye todas las instalaciones y elementos como casetas, wc, extintores y elementos de limpieza e higiene necesarios para la ejecución de la obra.	1				1,00		
						1,00	7.331,80	7.331,80
	TOTAL 04-04.....							7.331,80
04-05	MEDICINA PREVENTIVA							
STF.50V	u Reconocimiento médico Reconocimiento médico completo a personal de obra, en clínica mutua especializada.	40				40,00		
						40,00	46,91	1.876,40
SEBE10a	u Botiquín urgencia Botiquín de urgencia con contenidos mínimos obligatorios.	20				20,00		
						20,00	44,10	882,00
SEBE11a	u Reposición botiquín Reposición de botiquín de urgencia con contenidos mínimos obligatorios.	5				5,00		
						5,00	18,77	93,85
	TOTAL 04-05.....							2.852,25

PRESUPUESTO Y MEDICIONES

ESTUDIO SOLUCIONES INT. SEMAFORIZADA BULEVAR SUR-CRT. MALILLA

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
04-06	FORMACIÓN PERSONAL							
STFF.1a	h Formación trabajadores Formación a los trabajadores de el cumplimiento de las normas de seguridad y salud.	200				200,00		
						200,00	12,93	2.586,00
STFF.2a	u Material individual didáctico Material individual didáctico para la formación de seguridad y salud.	200				200,00		
						200,00	12,22	2.444,00
	TOTAL 04-06.....							5.030,00
	TOTAL SEG							50.936,15
	TOTAL.....							3.094.144,41

RESUMEN DE PRESUPUESTO

ESTUDIO SOLUCIONES INT. SEMAFORIZADA BULEVAR SUR-CRT. MALILLA

CAPÍTULO	RESUMEN	IMPORTE	%
01	SOLUCIÓN ELEGIDA_RAMAL+TUNEL	2.742.213,24	88,63
01-01	DEMOLICIONES Y TRABAJOS PREVIOS.....	56.708,46	
01-02	MOVIMIENTOS DE TIERRA	7.468,04	
01-03	CIMENTACIONES, ESTRUCTURAS Y MUROS.....	2.325.096,31	
01-04	PAVIMENTOS	255.860,32	
01-07	SANEAMIENTO	39.271,90	
01-11	SEÑALIZACIÓN Y SEMÁFOROS	57.808,21	
GEST	GESTIÓN DE RESIDUOS	300.995,02	9,73
SEG	SEGURIDAD Y SALUD	50.936,15	1,65
04-01	PROTECCIÓN INDIVIDUAL	2.866,84	
04-02	PROTECCIÓN COLECTIVA.....	29.887,04	
04-03	SEÑALIZACIÓN	2.968,22	
04-04	INSTALACIONES Y SERVICIOS	7.331,80	
04-05	MEDICINA PREVENTIVA.....	2.852,25	
04-06	FORMACIÓN PERSONAL.....	5.030,00	
	PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN MATERIAL	3.094.144,41	
	13,00 % Gastos generales	402.238,77	
	6,00 % Beneficio industrial	185.648,66	
	Suma	587.887,43	
	PRESUPUESTO BASE DE LICITACIÓN SIN I.V.A.	3.682.031,84	
	21% I.V.A.	773.226,69	
	PRESUPUESTO BASE DE LICITACIÓN	4.455.258,53	

Asciende el presupuesto a la expresada cantidad de CUATRO MILLONES CUATROCIENTOS CINCUENTA Y CINCO MIL DOSCIENTOS CINCUENTA Y OCHO con CINCUENTA Y TRES CÉNTIMOS

, 1 de enero 2021.

2. ANÁLISIS DE LA INVERSIÓN

Tomando como base la Metodología para la Evaluación de Proyectos de Inversión de Carreteras, del Ministerio de Fomento, se pretende analizar en términos económicos la rentabilidad de la solución adoptada mediante el método de Valor Actual Neto (VAN). Con este método se podrá tener una idea de en cuanto tiempo se podría rentabilizar la obra propuesta como solución.

Como se ha comentado a lo largo de este estudio, se debe tener en cuenta que lo que aquí se analiza con todo este estudio, es el tiempo que los conductores gastan de más como consecuencia de superar la capacidad de la intersección, por tanto, será necesario transformar ese tiempo en valor económico. La forma más sencilla de realizar esa transformación, y suponiendo que la mayoría de conductores realizan sus desplazamientos con motivos laborales o de obtención de bienes, es relacionando el tiempo con los salarios.

La fórmula para aplicar la metodología VAN es:

$$VAN = -I_0 + \sum_{j=1}^N \frac{F_j}{(1+i)^j}$$

Siendo:

j número de años

I_0 inversión inicial

F Ingresos en el año j

i tasa de actualización (2%)

La inversión inicial que se obtiene del presupuesto es de 4.453.155,09 de euros. Los ingresos se obtendrán a partir de la reducción de las demoras que sufrirán los conductores en el escenario futuro con la actuación, con respecto a no aplicar la actuación. Se muestra en el apartado 9.5 que la demora en el E.F es de 654 segundos en la hora punta, pasando a 340 segundos con la ejecución de la solución adoptada, por tanto se ahorran 314 segundos por hora punta. El incremento de tráfico medio en el escenario futuro con respecto al presente es de 30% tomando como datos la media de los incrementos mostrados en el punto 7 de este trabajo, por lo tanto la IMD futura es de 56200 veh/día. Por lo tanto se produce un ahorro de 64.000 horas de demora al año.

Tomando como referencia el salario bruto medio por hora en España como 6.92 euros, dejándolo en 6€/hora para un mejor ajuste, se obtiene que los ingresos en el año j son de 384.000€.



Máster en ingeniería de Caminos Canales y Puertos

Mejora de la capacidad y funcionalidad de la intersección semaforizada en la Avenida Fernando Abril Martorell con la Carretera de Malilla mediante la aplicación del "High Capacity Manual" 2010



Año	VAN
0	- 4.365.838,32 €
1	- 3.989.367,74 €
2	- 3.620.278,92 €
3	- 3.258.427,15 €
4	- 2.903.670,50 €
5	- 2.555.869,87 €
6	- 2.214.888,86 €
7	- 1.880.593,75 €
8	- 1.552.853,45 €
9	- 1.231.539,43 €
10	- 916.525,68 €
11	- 607.688,67 €
12	- 304.907,29 €
13	- 8.062,81 €
14	282.961,20 €
15	568.278,86 €

Según los valores obtenidos, la inversión se rentabiliza el año 14 tras su puesta en marcha.

ANEXO 3 – FOTOGRÁFICO

Bulevar Sud (Dirección este)



Bulevar Sud (Dirección oeste)



Carretera de Malilla (Dirección norte)

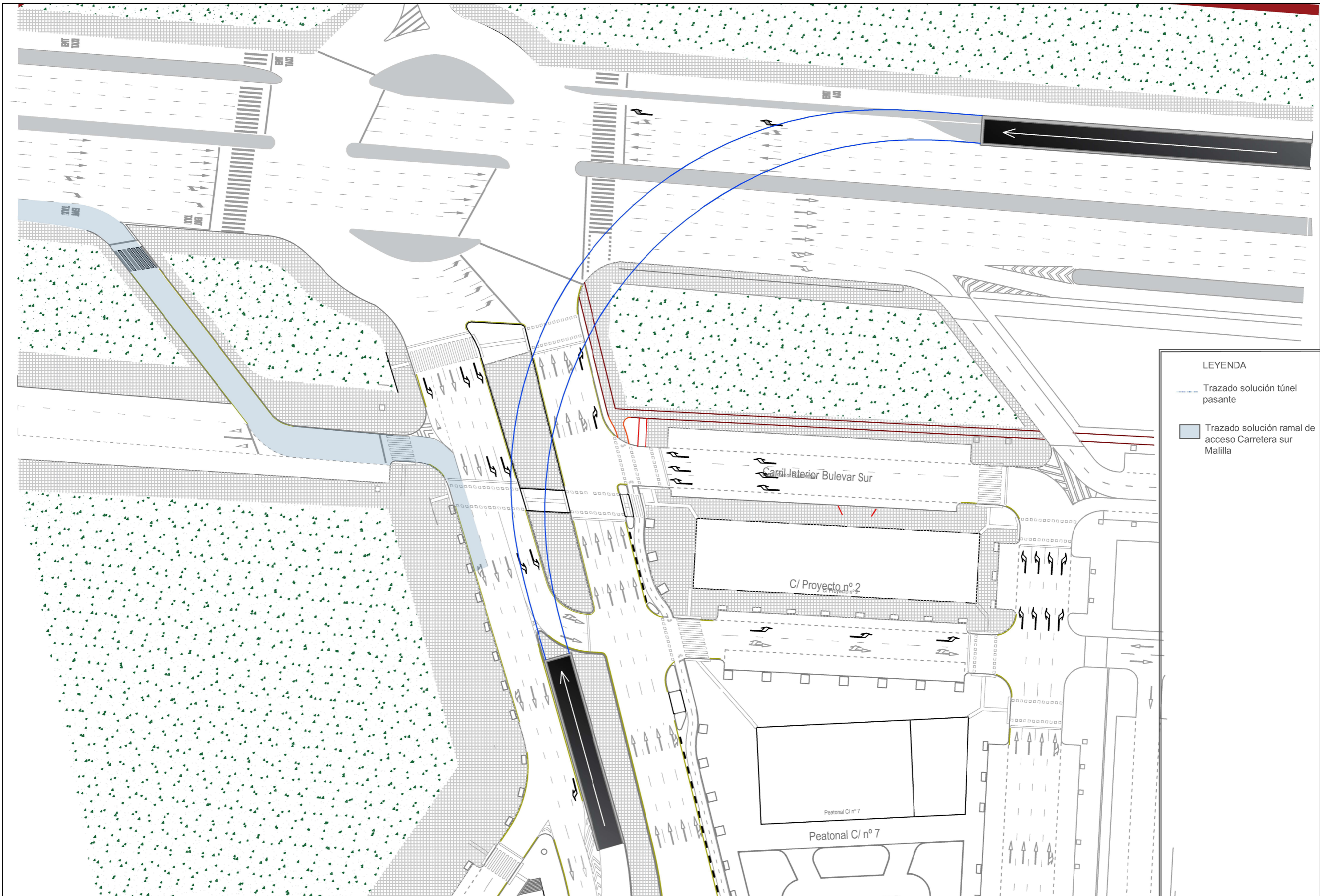


Carretera de Malilla (Dirección sur)





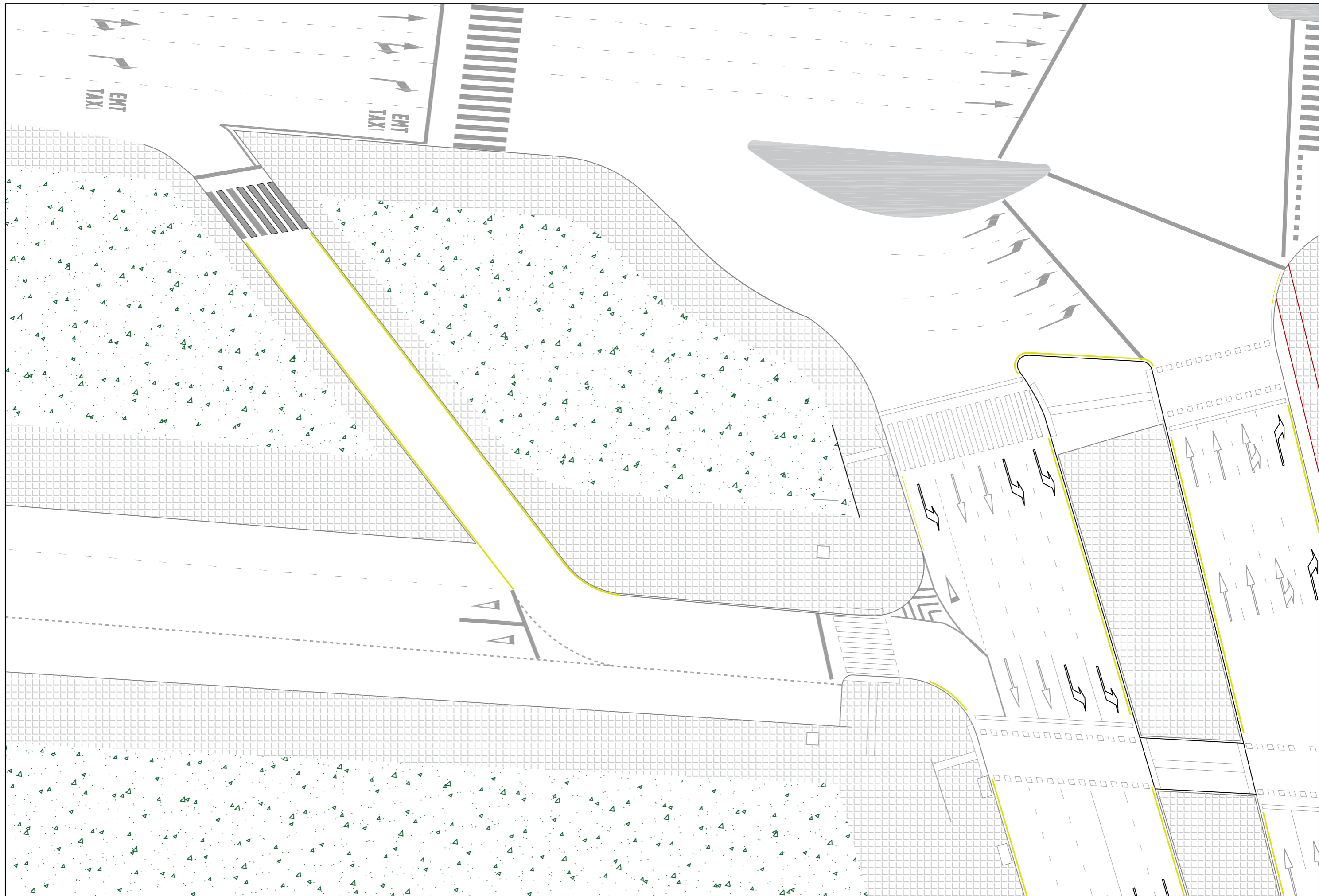


PLANOS



LEYENDA

-  Trazado solución túnel pasante
-  Trazado solución ramal de acceso Carretera sur Malilla



UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA
ETS INGENIERIA DE CAMINOS CANALES Y PUERTOS



Autor del Proyecto

Jorge Rausell Antequera

Proyecto

Mejora de la capacidad y funcionalidad de la intersección semaforizada en la Avenida Fernando Abril Martorell con la Carretera de Malilla mediante la aplicación del "Highway Capacity Manual" 2010

Título del Plano

Planta de la solución ramal de acceso

Escala

1/300

Fecha

JULIO 2020

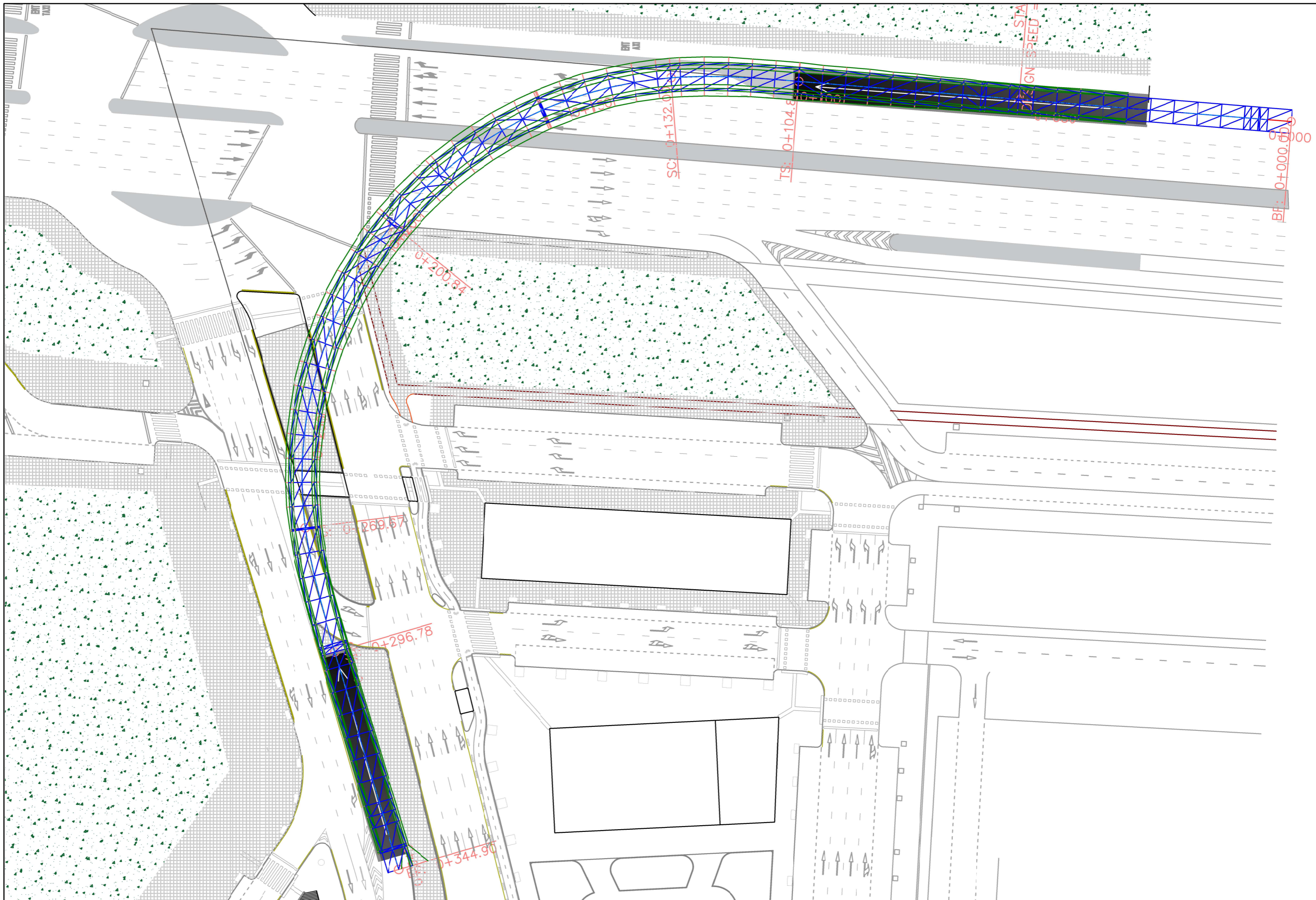
Plano




2

Nº de Hoja

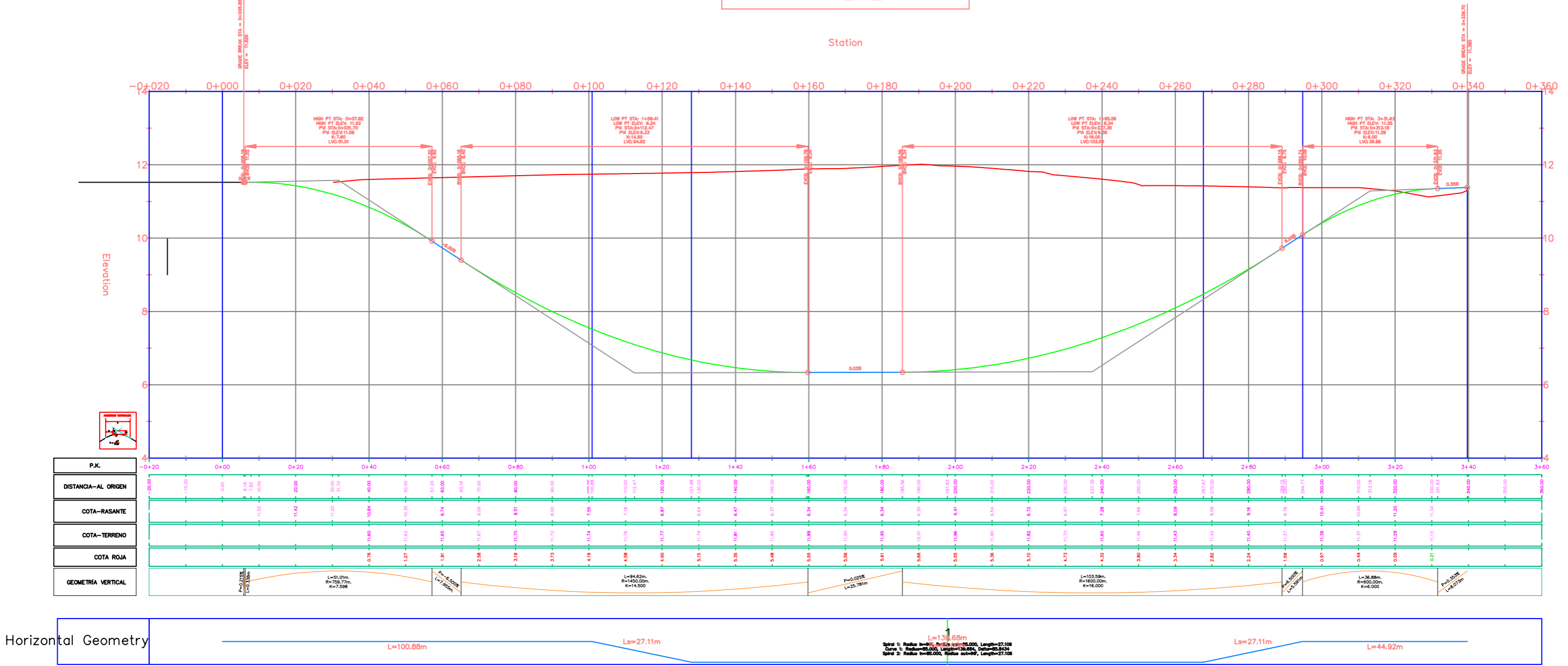
1 de 1



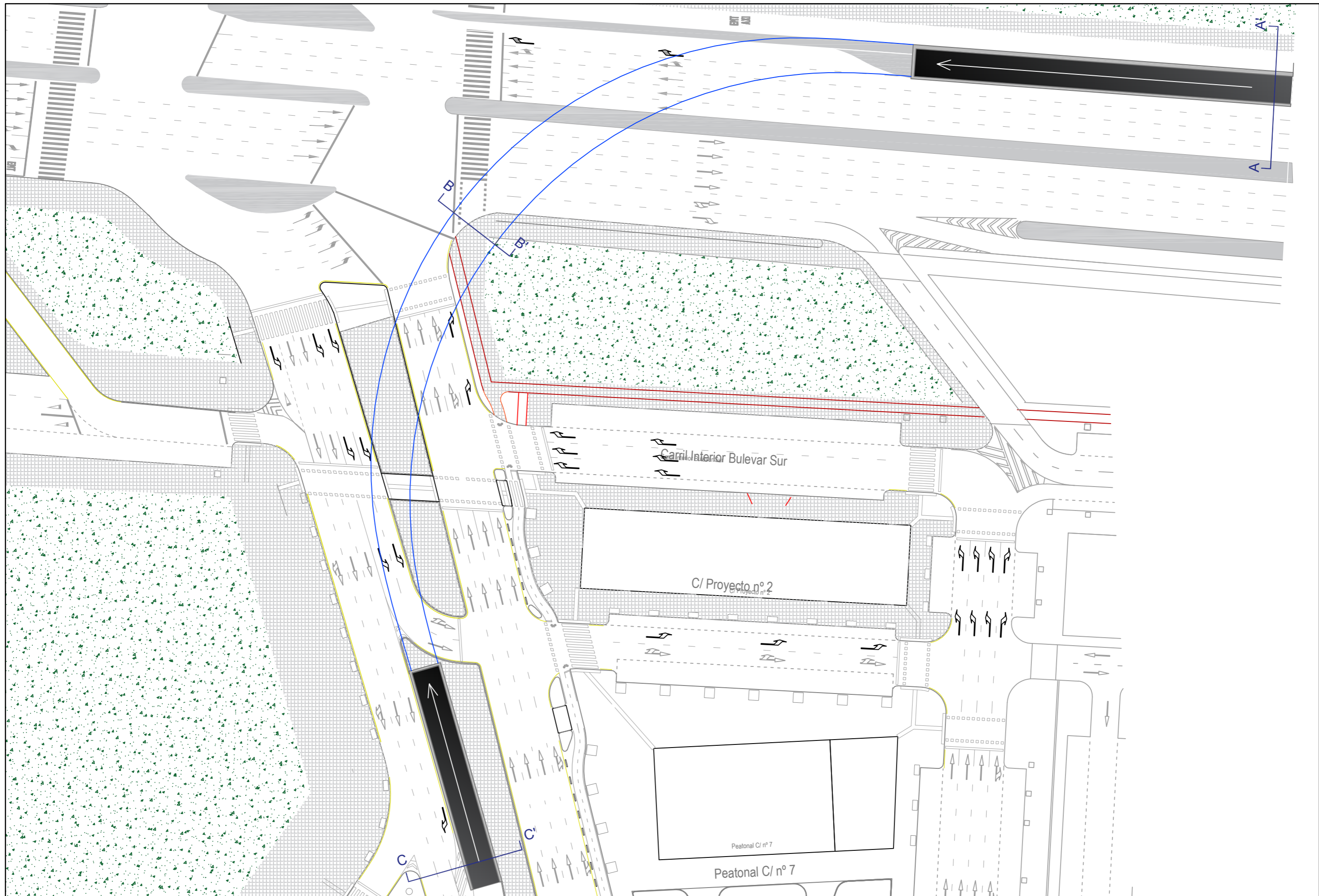


 <p>UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA ETS INGENIERIA DE CAMINOS CANALES Y PUERTOS</p>	<p>Autor del Proyecto</p>  <p>Jorge Rausell Antequera</p>	<p>Proyecto</p> <p>Mejora de la capacidad y funcionalidad de la intersección semafORIZADA en la Avenida Fernando Abril Martorell con la Carretera de Malilla mediante la aplicación del "Highway Capacity Manual" 2010</p>	<p>Título del Plano</p> <p>Trazado solución túnel pasante sobre planta proyectada</p>	<p>Escala</p> <p>1/500</p>	<p>Plano</p> <p>3</p>	
				<p>Fecha</p> <p>JULIO 2020</p>	<p>Nº de Hoja</p> <p>1 de 1</p>	

TUNEL PASANTE_P4_v2 PROFILE



Horizontal Geometry



UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA
ETS INGENIERIA DE CAMINOS CANALES Y PUERTOS



Autor del Proyecto

Jorge Rausell Antequera

Proyecto

Mejora de la capacidad y funcionalidad de la intersección semaforzada en la Avenida Fernando Abril Martorell con la Carretera de Malilla mediante la aplicación del "Highway Capacity Manual" 2010

Título del Plano

Esquema de secciones tipo

Escala

1/500

Plano

5

Fecha

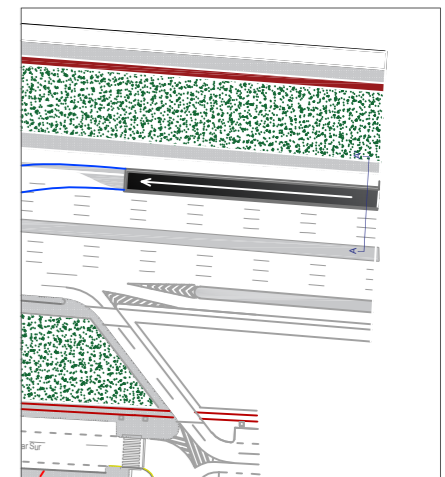
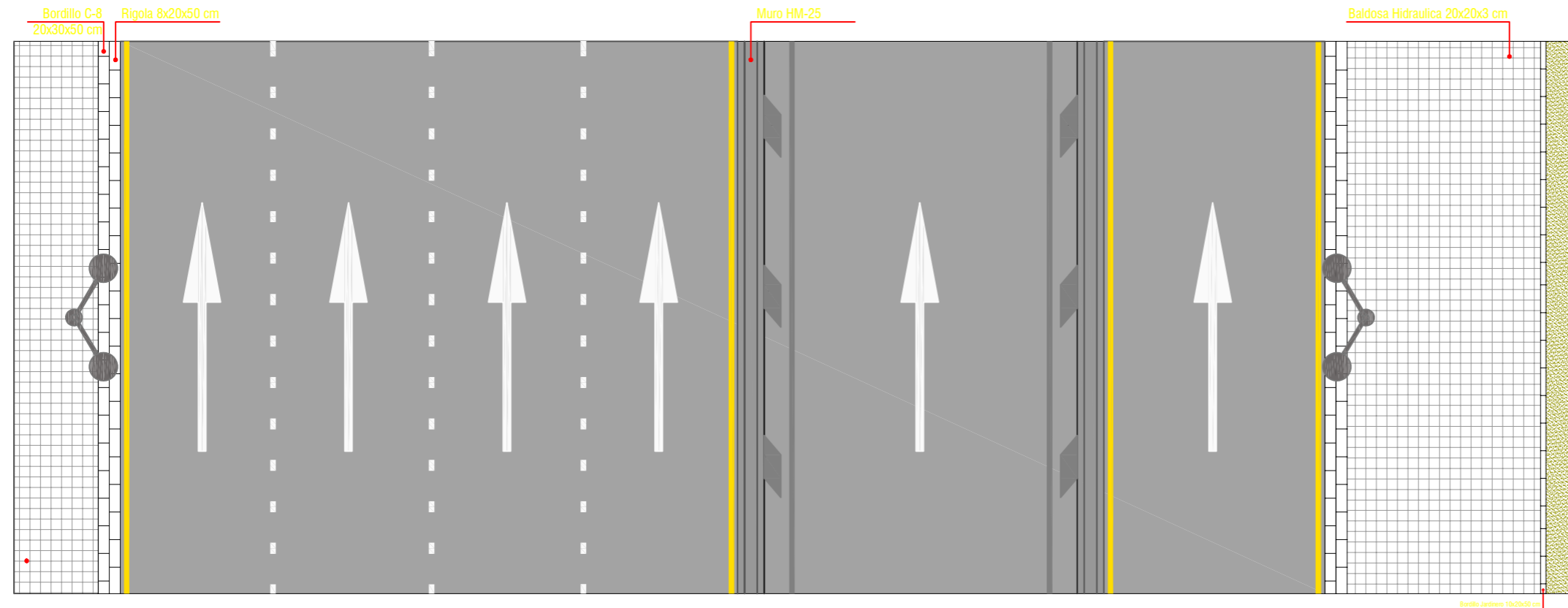
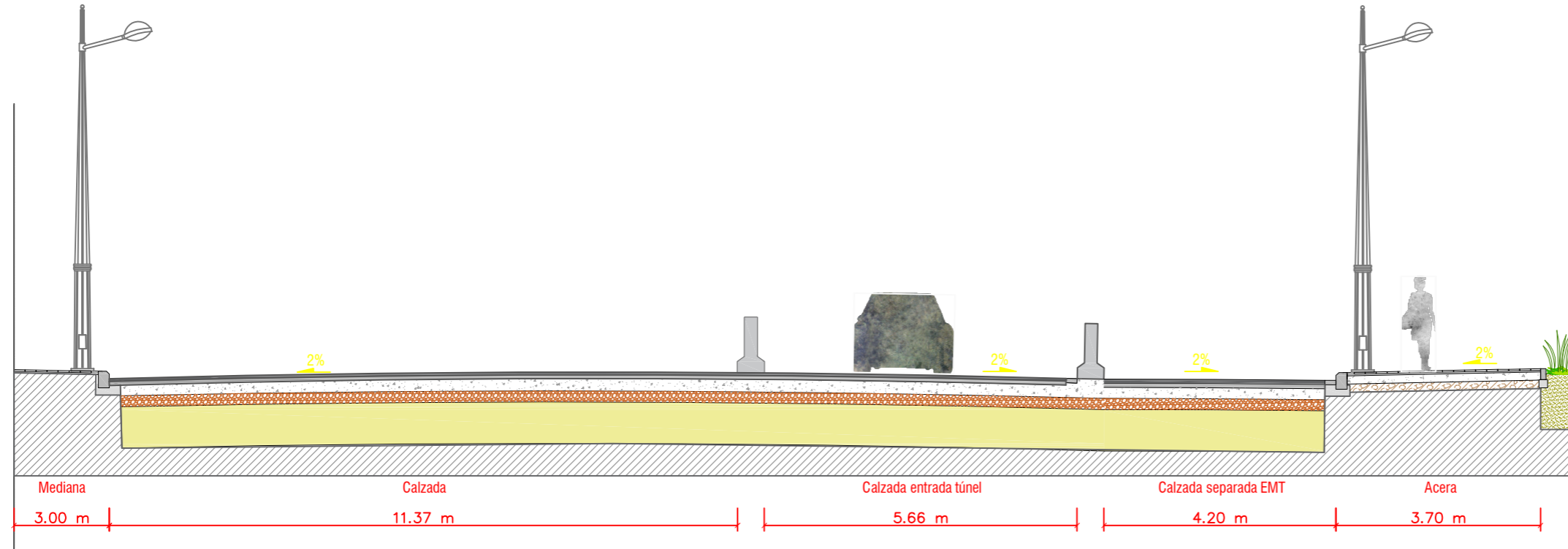
JULIO 2020

Nº de Hoja

1 de 4



SECCIÓN TIPO A-A'
 Avda. Antonio Ferrandis
 Acceso túnel pasante



UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA
 ETS INGENIERIA DE CAMINOS CANALES Y PUERTOS



Autor del Proyecto

Jorge Rausell Antequera

Proyecto

Mejora de la capacidad y funcionalidad de la intersección semaforizada en la Avenida Fernando Abril Martorell con la Carretera de Malilla mediante la aplicación del "Highway Capacity Manual" 2010

Título del Plano

Sección tipo acceso túnel

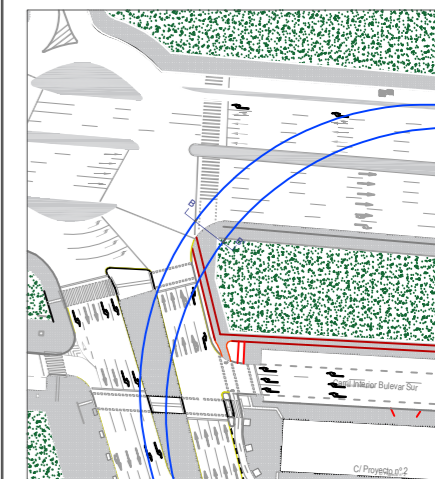
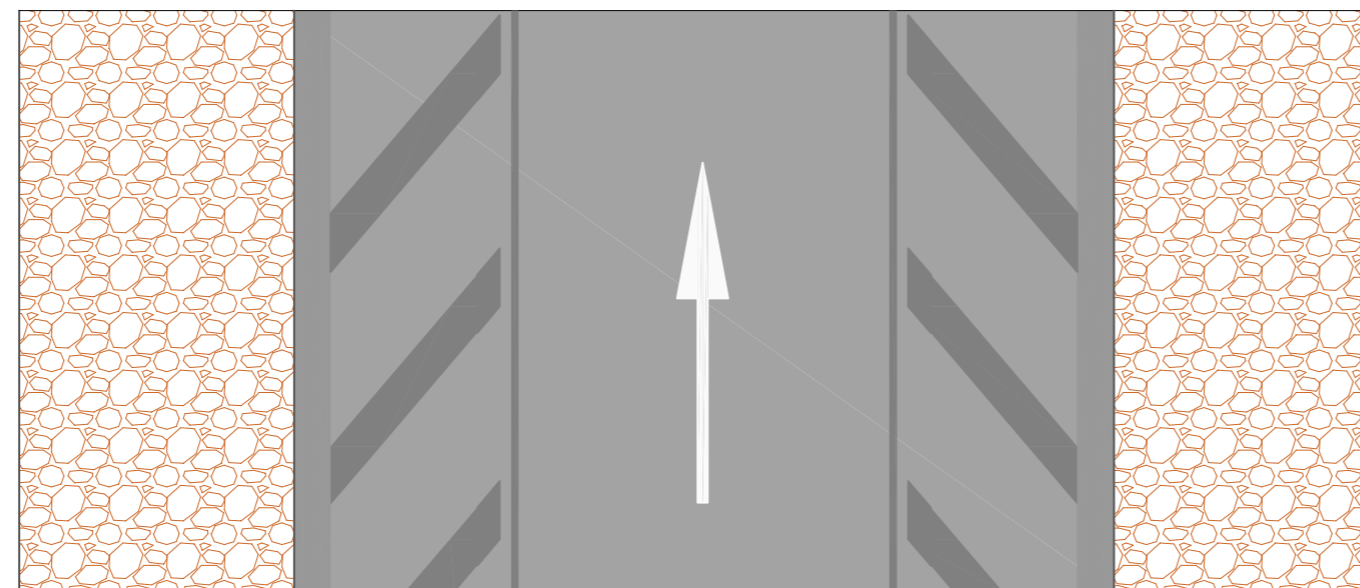
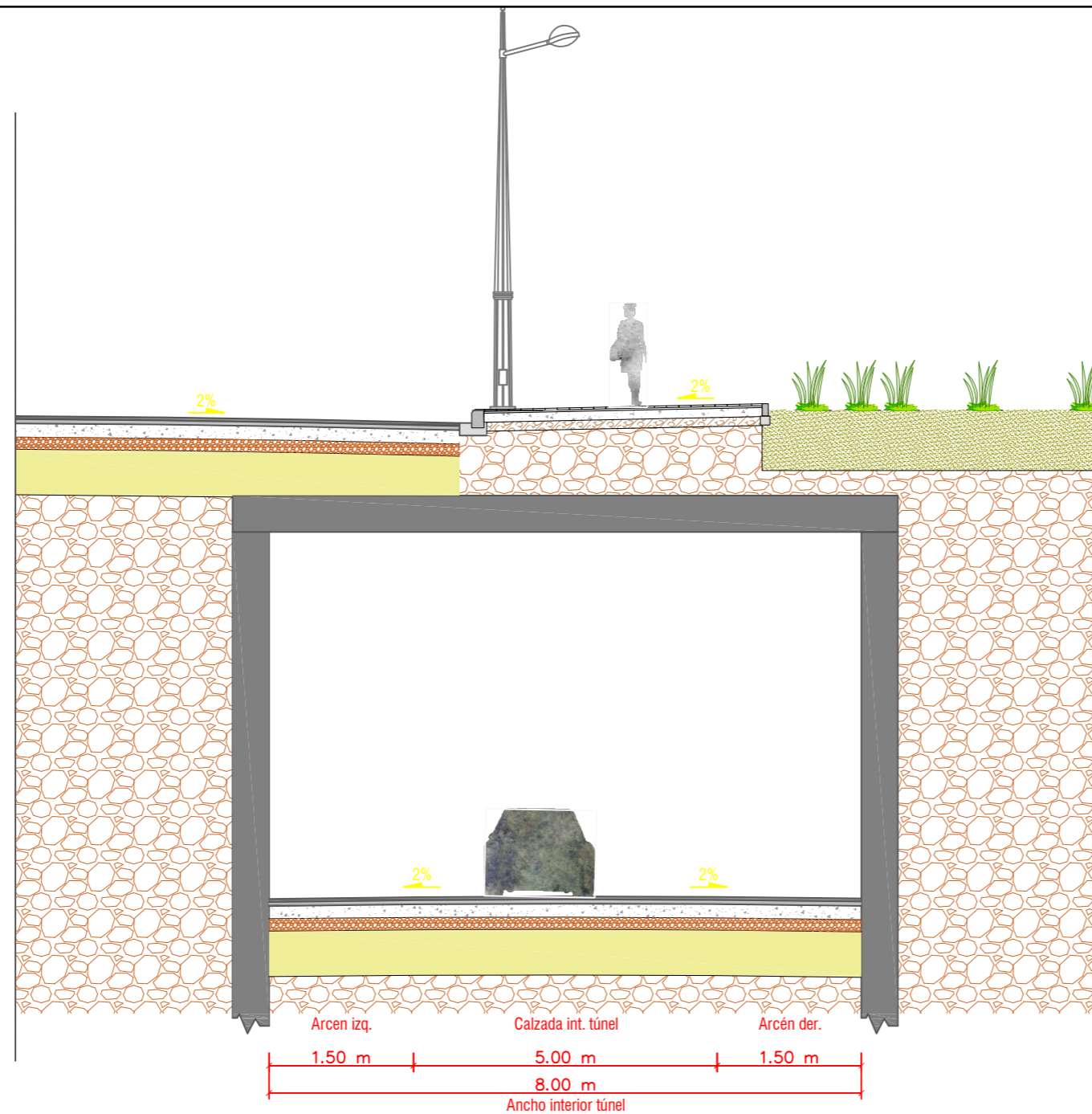
Escala
 1/100

Plano
 5

Fecha
 JULIO 2020

Nº de Hoja
 2 de 4





UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA
ETS INGENIERIA DE CAMINOS CANALES Y PUERTOS



Autor del Proyecto

Jorge Rausell Antequera

Proyecto

Mejora de la capacidad y funcionalidad de la intersección semaforizada en la Avenida Fernando Abril Martorell con la Carretera de Malilla mediante la aplicación del "Highway Capacity Manual" 2010

Título del Plano

Sección intermedia túnel

Escala 1/100

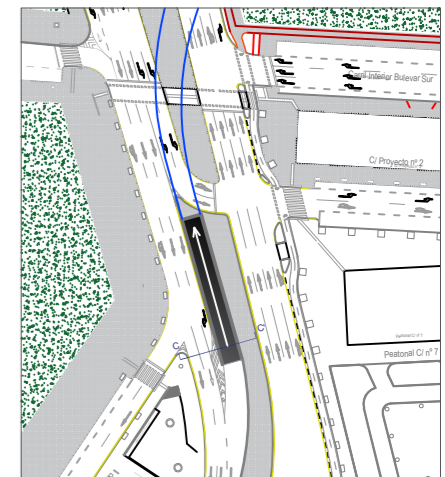
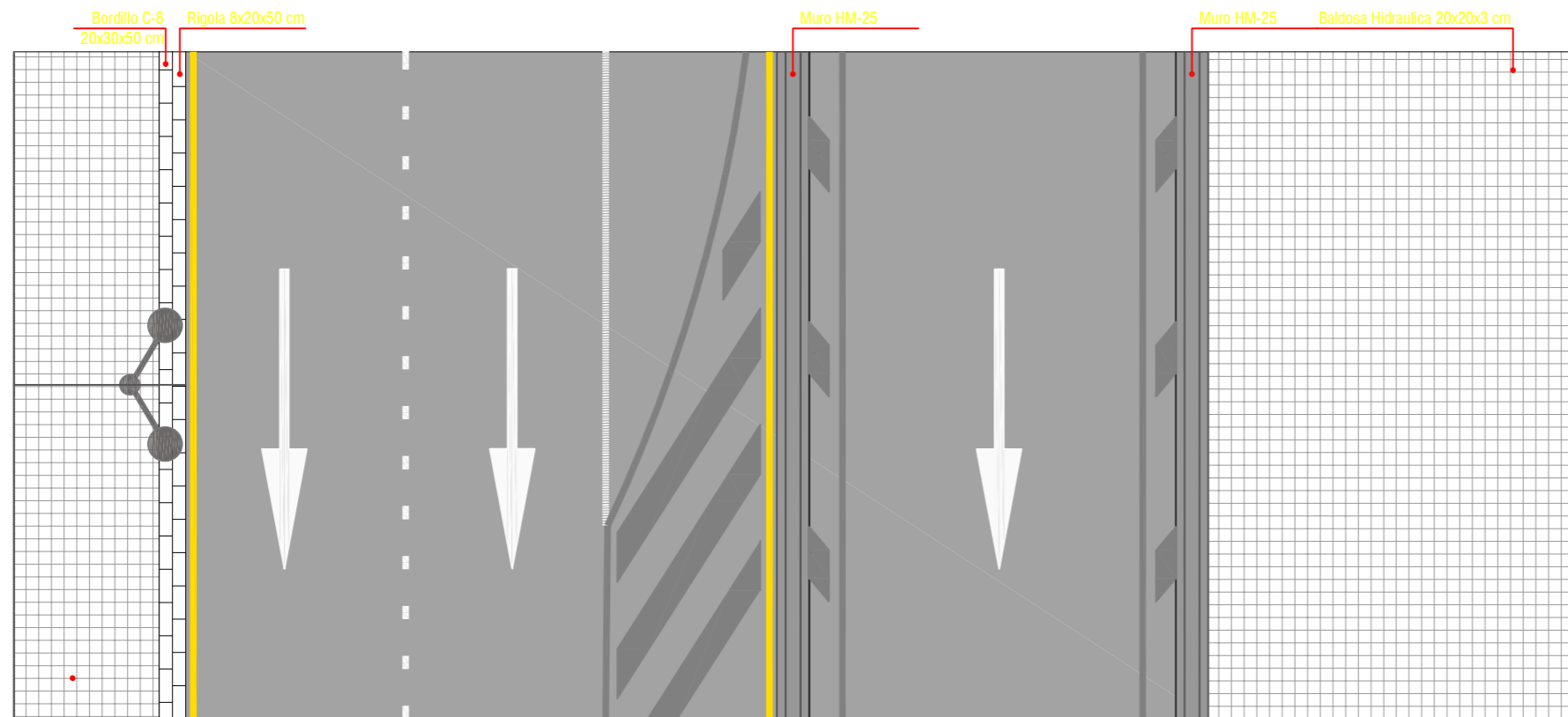
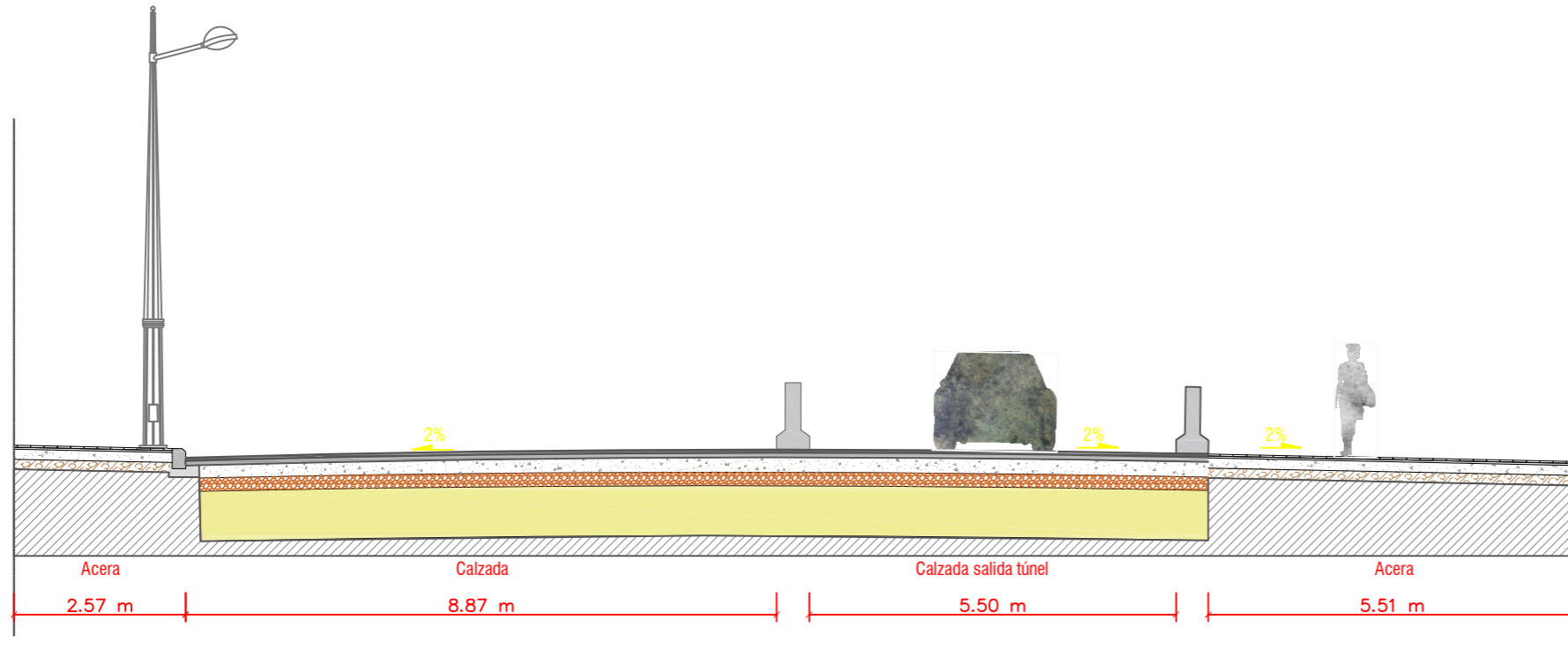
Plano 5

Fecha JULIO 2020

Nº de Hoja 3 de 4



SECCIÓN TIPO C-C'
Carretera de Malilla
Salida túnel pasante



UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA
ETS INGENIERIA DE CAMINOS CANALES Y PUERTOS



Autor del Proyecto

Jorge Rausell Antequera

Proyecto

Mejora de la capacidad y funcionalidad de la intersección semafORIZADA en la Avenida Fernando Abril Martorell con la Carretera de Malilla mediante la aplicación del "Highway Capacity Manual" 2010

Título del Plano

Sección tipo salida túnel

Escala 1/100

Plano 5

Fecha JULIO 2020

Nº de Hoja 4 de 4

