



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA

ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR
DE INGENIEROS DE CAMINOS,
CANALES Y PUERTOS



ANEJO Nº 2: ESTUDIO DE TRÁFICO

Autor: Monferrer Martí, Guillermo
Tutor: López Porta, Evaristo Manuel



ÍNDICE

1. Introducción y objeto	3
2. Datos de tráfico	3
1. Toma de datos.....	3
2. Estación afín	3
3. Determinación de la IMD.....	5
3. Capacidad y nivel de servicio.....	6
 APÉNDICE 1.- Plantilla de aforo manual.....	10
APÉNDICE 2.- Tablas para el cálculo del nivel de servicio.....	12
APÉNDICE 3.- Cálculo del nivel de servicio en glorietas.....	16

1. INTRODUCCIÓN Y OBJETO

A continuación, el objeto de este análisis es obtener la cantidad de vehículos que van a circular a través de la nueva vía. Para ello se obtiene la Intensidad Diaria Máxima (IMD) junto con su Índice de Pesados (IP) para finalmente obtener la capacidad correspondiente para la vía.

El análisis se basa en los siguientes métodos:

- Medición de aforo manual de 3 horas en la intersección de la calle Tosalet 33 (que es donde empieza el proyecto de la vía) realizado el día miércoles 2 de noviembre de 2016.
- Datos de tráfico de la Conselleria de Vivienda, Obras Públicas y Vertebración del Territorio de una estación afín en la carretera CV- 223.

2. DATOS DE TRÁFICO

Para obtener los datos más exactos posibles se determinó realizar un aforo manual, el cual daría información del tráfico por el camino actual además del probable en la futura variante. El aforo manual se realizó un día laborable, el miércoles 2 de noviembre de 2016, en la franja horaria de 08:00-11:00 horas y con buenas condiciones meteorológicas.

El punto de aforo manual se situó en la intersección entre la entrada al camino y la calle Tosalet número 33.



2.1 TOMA DE DATOS.

El proceso de toma de datos consistió en tomar los cuatro números de las matrículas de los vehículos que circulaban, tanto en un sentido como en otro.

Todos estos datos se anotaban en unas plantillas que se realizaron previamente y se muestran al final del anejo, diferenciando tipo de vehículo (ligero o pesado mediante el subrayado de los vehículos pesados), con franjas horarias cada 15 minutos y sentido.

HORA	ENTRADA AL CAMINO	SALIDA DEL CAMINO
08:00-09:00	30 (3 pesados)	35
09:00-10:00	25	26 (1 pesado)
10:00-11:00	32	28 (2 pesados)
TOTAL	87	89

Tabla 1. Datos resumidos del aforo manual. Fuente: Elaboración propia.

Tal y como se puede apreciar en la tabla expuesta arriba, el número de vehículos catalogado como vehículos pesados es muy bajo, simplemente son 3 vehículos pesados en dirección a Betxí y 3 en dirección a Onda.

De aquí se puede sacar la intensidad horaria de las 3 horas realizadas el aforo:

$$IH_{8-11} = 176 \text{ vehículos (6 pesados)}$$

Siendo IH la intensidad horaria en la franja de tiempo especificada como subíndice.

2.2 ESTACIÓN AFÍN.

Se recurre a una estación afín que represente el tráfico similar a nuestra vía y la toma de datos a dicha estación ya que con un aforo manual de 3 horas es insuficiente para realizar el cálculo aproximado de la IMD de la vía.

ESTUDIO DE ALTERNATIVAS Y DESARROLLO DE LA SOLUCIÓN ADOPTADA DE LA NUEVA CARRETERA DE CONEXIÓN DE LOS MUNICIPIOS DE ONDA Y BETXÍ DESDE “CARRER TOSALET HASTA CAMÍ D'ONDA, 33” (CASTELLÓN)

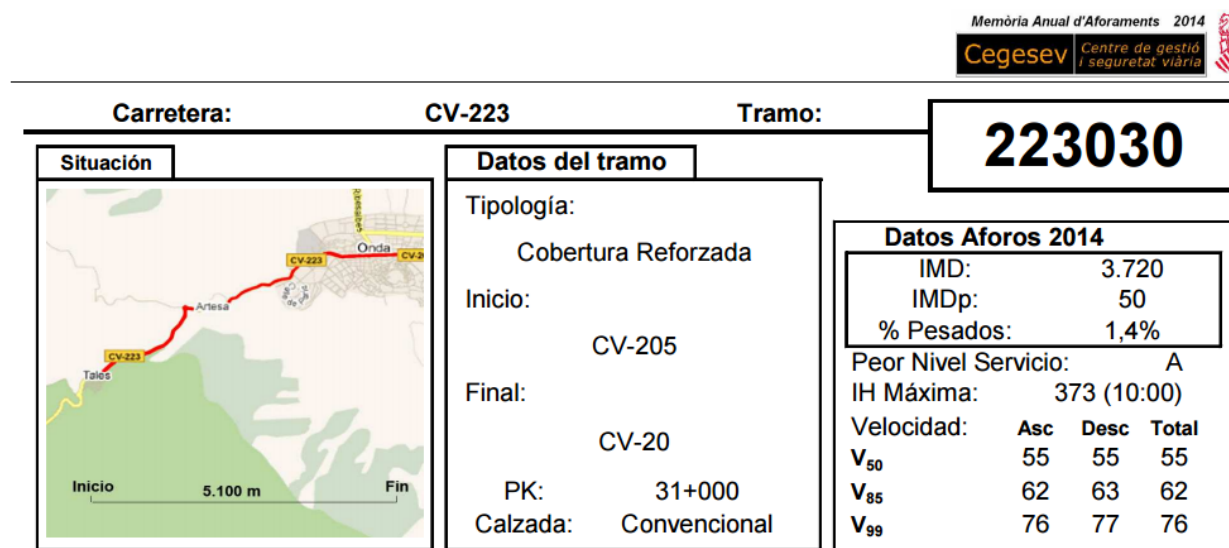


Imagen 1: Situación y características de la estación afín elegida. Fuente: Cegesev.

Como se puede observar en la imagen de arriba, la carretera de la cual tomamos la estación afín se sitúa entre los municipios Onda y Tales, denominándose así CV-223.

Se ha elegido esta estación de aforo por varios motivos; el primero de ellos es la conexión entre dichos pueblos es similar a nuestro proyecto, con una IMD un poco elevada pese a que el municipio (Tales) es más pequeño que Betxí. Otro de los motivos es la orografía de la zona, muy parecida a la del proyecto que se está realizando. Finalmente, por el escaso flujo de vehículos pesados que existe entre estas dos poblaciones.

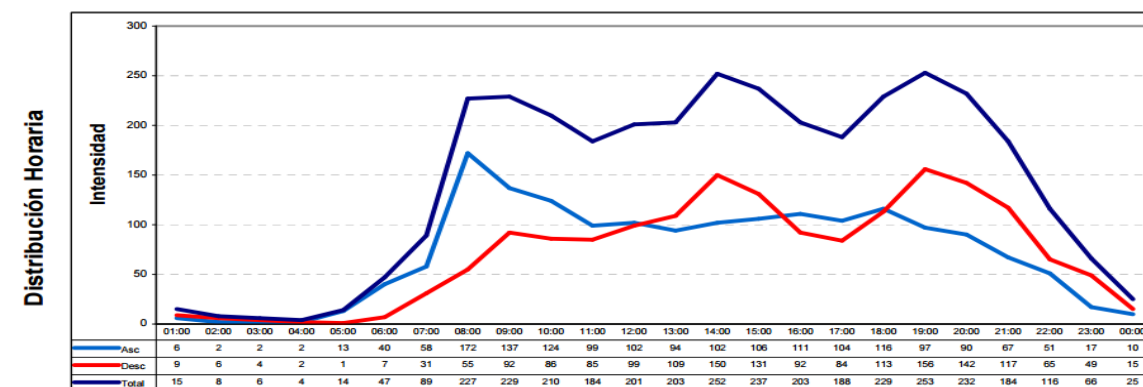


Imagen 2: Distribución horaria del tráfico. Fuente: Cegesev.

CV	Tramo	Pk Ini	Inicio	Pk Fin	Fin	Calzada	Pk Est.	IMD 2011	%P	IMD 2012	%P	IMD 2013	%p	IMD 2014	%p	IMD 2015	%p
CV-223	223010	0+000	CV-10	10+750	CV-219	Conv.	0.900	3.527	2,1%	3.255	2,3%	3.230	2,3%	3.438	3,2%	3.329	3,3%
CV-223	223020	10+750	CV-219	27+600	CV-205	Conv.	26+000	533	-	610	-	566	-	485	-	553	-
CV-223	223030	27+600	CV-205	32+685	CV-20	Conv.	31+000	4.055	2,5%	3.972	0,6%	3.294	2,1%	3.720	1,4%	3.851	1,7%

Imagen 3: IMD de la carretera CV-223 en el tramo 223030. Fuente: Cegesev.

Una vez observados los datos de la estación afín (CV-223, tramo 223030), se obtienen los siguientes datos:

$$IH_{8-11}^{EST} = 227 + 229 + 210 = 666 \text{ veh}$$

$$IMD_{Nov'14}^{EST} = 3.212 \text{ veh/día}$$

$$IMD_{2014}^{EST} = 3.720 \text{ veh/día}$$

$$IMD_{2015}^{EST} = 3.851 \text{ veh/día}$$

Se observa que los datos de la estación afín son de los años 2014 y 2015. Por lo tanto, hay que pasarlos al año 2016, año del aforo manual.

Para ello se utiliza la siguiente fórmula recomendada por el Ministerio de Fomento, aplicando los coeficientes expuestos en Boletín Oficial del Estado publicado el 23 de diciembre de 2010 en la “Instrucción sobre las medidas específicas para la mejora de la eficiencia en la ejecución de las obras públicas de infraestructuras ferroviarias, carreteras y aeropuertos del ministerio de fomento”, concretamente en el anexo II - Parámetros de eficiencia para los estudios y proyectos de carreteras, estos coeficientes son incremento anual del 1.12% hasta 2018 y 1.44% a partir del 2019:

$$IMD_{2016}^C = IMD_{2015}^{EST} * (1 + 0.0112) = 3.894 \text{ veh/día}$$



ESTUDIO DE ALTERNATIVAS Y DESARROLLO DE LA SOLUCIÓN ADOPTADA DE LA NUEVA CARRETERA DE CONEXIÓN DE LOS MUNICIPIOS DE ONDA Y BETXÍ DESDE “CARRER TOSALET HASTA CAMÍ D'ONDA, 33” (CASTELLÓN)

Ahora mediante reglas de tres procedemos a calcular los datos del año 2016 mediante los datos de la estación afín en 2015. Los datos resaltados en verde serán los que obtendremos.

$$\begin{array}{l} \text{IH(8-11h) est'14 (666)} \quad \text{IMD2014 (3.720)} \\ \text{IH (8-11h)'16} \quad \text{IMD 2016 (3.894)} \end{array} \quad \left| \begin{array}{l} \text{IH (8-11h)'16= 697 veh} \end{array} \right.$$

$$\begin{array}{l} \text{IMD nov'14 (3.212)} \quad \text{IMD2014 (3.720)} \\ \text{IMD nov'16} \quad \text{IMD 2016 (3.894)} \end{array} \quad \left| \begin{array}{l} \text{IMD nov'16= 3.362 veh/día} \end{array} \right.$$

2.3 DETERMINACIÓN DE LA IMD.

Ya con todos los datos en el mismo año, se toman los de la estación afín para calcular primero la IMD del camino actual a su paso por la zona de actuación en base a la medición de aforo manual realizada.

También se calcula mediante unas reglas de tres, siempre con una sola incógnita (resaltada en verde) que será la correspondiente a la carretera actual.

$$\begin{array}{l} \text{IH(8-11h) camino'16 (176)} \quad \text{IMD nov 24h} \\ \text{IH (8-11h)'16 (697)} \quad \text{IMD nov 2016 (3.362)} \end{array} \quad \left| \begin{array}{l} \text{IMD nov 24h=848 veh/día} \end{array} \right.$$

$$\begin{array}{l} \text{IMD nov 24h'16 (848)} \quad \text{IMD cam 2016} \\ \text{IMD nov'16 (3.362)} \quad \text{IMDcam 2016 (3.894)} \end{array} \quad \left| \begin{array}{l} \text{IMD cam 2016= 982 veh/día} \end{array} \right.$$

AÑO	IMD	AÑO	IMD
2016	982	2027	1141
2017	993		
2018	1004	2028	1157
2019	1018	2029	1173
2020	1033	2030	1190
2021	1048	2031	1207
2022	1063	2032	1224
2023	1078	2033	1241
2024	1093	2034	1259
2025	1109	2035	1277
2026	1125	2036	1295
		2037	1313

Tabla 2: Datos de la evolución de la IMD en 20 años. Fuente: Elaboración propia.

La tabla expuesta anteriormente ha sido calculada con la progresión geométrica de 1,0112 los dos primeros años y 1,0144 los 18 años restantes tal y como se ha explicado en el apartado anterior según las recomendaciones del Ministerio de Fomento.

3. CAPACIDAD Y NIVEL DE SERVICIO.

Una vez obtenido el IMD de la carretera se procede a calcular el nivel de servicio de la misma mediante una serie de fórmulas y procedimientos que se obtienen del manual "Highway Capacity Manual Ed 2010", del Transportation Research Board of the National Academies, de los EEUU.

Las condiciones ideales según el manual en carreteras convencionales son las siguientes:

- Anchura de arcén: 1.8 metros
- Anchura de carril: 3,6 metros.
- Sin acceso a las propiedades colindantes
- Perfil longitudinal llano
- Tráfico formado exclusivamente por vehículos ligeros.
- Sin zonas de prohibición de adelantamiento.
- Tráfico equilibrado. Reparto entre sentidos 50-50
- Corriente ininterrumpida (sin intersecciones semaforizadas, vehículos que giran etc.)

En condiciones ideales, la máxima capacidad teórica es de 3200 vehículos ligeros/hora para la calzada completa y de 1700 vehículos ligeros/hora para un solo sentido.

El nivel de servicio es la medida cualitativa de las condiciones de circulación de una carretera. Este concepto de calidad tiene en cuenta varios factores: la velocidad a la que se puede circular por ella, el tiempo de recorrido o bien la ausencia de detenciones o esperas, la comodidad en la conducción, la seguridad que ofrece la vía, los costes de funcionamiento, etc.

Debido a la dificultad de medir dichas características, el Manual de Capacidad del año 2010 (Highway Capacity Manual 2010) ha sido capaz de establecer unos criterios, medibles en la realidad, que permiten cuantificar dichos factores y, por tanto, relacionarlos con los niveles de servicio de una forma sencilla.

Antes de establecer el nivel de servicio de la carretera hay que catalogar las carreteras en diferentes clases que el Manual de Capacidad de Carreteras contempla para carreteras convencionales.

- Clase II: Los conductores no esperan viajar a velocidades elevadas. Carreteras que adquieren una función que facilita en mayor medida la accesibilidad. Influye el porcentaje de tiempo en cola.
- Clase III: Carreteras que discurren por áreas moderadamente urbanizadas o rutas muy escénicas, donde cierta demora puede ser aceptable (nueva clase en esta edición del HCM). Influye el porcentaje con velocidad libre.

TABLA 7.1.
DIMENSIONES DE LA SECCIÓN TRANSVERSAL.

CLASE DE CARRETERA	VELOCIDAD DE PROYECTO (V _p) (km/h)	ANCHO (m)				NIVEL DE SERVICIO MÍNIMO EN LA HORA DE PROYECTO DEL AÑO HORIZONTE
		CARRILES	ARCENES		BERMAS (MÍNIMO)	
			INTERIOR / IZQUIERDO	EXTERIOR / DERECHO		
Autopista y autovía	140, 130 y 120	3,50	1,00 / 1,50	2,50	1,00	C
	110 y 100	3,50	1,00 / 1,50	2,50	1,00	D
	90 y 80	3,50	1,00	2,50	1,00	D
Carretera multicarril	100	3,50	1,00 / 1,50	2,50	1,00	D
	90 y 80	3,50	1,00	2,50	1,00	D
	70 y 60	3,50	0,50 / 1,00	1,50 / 2,50	1,00	E
	50 y 40	3,25 a 3,50	0,50 / 1,00	1,00 / 1,50	0,50	E
Carretera convencional	100	3,50	2,50		1,00	D
	90 y 80	3,50	1,50		1,00	D
	70 y 60	3,50	1,00 / 1,50		0,75	E

Imagen 4: Dimensiones de la sección transversal y Nivel de servicio. Fuente: BOE

- Clase I: Los conductores esperan viajar a velocidades elevadas. Son carreteras que presentan una función principal de movilidad. Influye el porcentaje de tiempo en cola y la velocidad media del recorrido.



ESTUDIO DE ALTERNATIVAS Y DESARROLLO DE LA SOLUCIÓN ADOPTADA DE LA NUEVA CARRETERA DE CONEXIÓN DE LOS MUNICIPIOS DE ONDA Y BETXÍ DESDE “CARRER TOSALET HASTA CAMÍ D'ONDA, 33” (CASTELLÓN)

NIVEL DE SERVICIO	CIRCULACIÓN
A	FLUIDA
B	ESTABLE A ALTA VELOCIDAD
C	ESTABLE
D	CASI ESTABLE
E	INESTABLE
F	FORZADA

Tabla 3: Datos de los niveles de servicio. Fuente: Elaboración propia.

Nos encontramos por una parte ante el caso de una clase II ya que nuestra velocidad de proyecto es 60 km/h y aparte está trazada geométricamente de tal manera que, junto con su IMD y el trazado, es la idónea para esta vía. Por otra, nos encontramos ante una clase I con velocidad de proyecto 80 km/h. Por lo cual, como se ha explicado anteriormente, simplemente tenemos que analizar el porcentaje de tiempo en cola (PTSF) al tratarse de clase II en un tramo, y el tramo de clase I tendrá que tener la correspondiente comprobación de ATS también.

LOS	Class I Highways		Class II Highways	Class III Highways
	ATS (mi/h)	PTSF (%)	PTSF (%)	PFFS (%)
A	>55	≤35	≤40	>91.7
B	>50-55	>35-50	>40-55	>83.3-91.7
C	>45-50	>50-65	>55-70	>75.0-83.3
D	>40-45	>65-80	>70-85	>66.7-75.0
E	≤40	>80	>85	≤66.7

Imagen 5: Intervalos según el tipo de clase y el nivel de servicio. Fuente: Apuntes GIOP

A continuación, se va a proceder al análisis detallado del método que se empleará para el cálculo del nivel de servicio para el tramo de Clase II.

Se va a realizar el análisis detallado del cálculo del nivel de servicio de la siguiente manera:

- Determinación de la velocidad a flujo libre (FFS).
- Estimación del porcentaje de tiempo en cola (del grupo II).
- Determinación del nivel de servicio.

Nuestra alternativa cuenta con carriles de 3.5 metros, arcén de 1 metro, tráfico equilibrado 50-50, sin accesos, y con un porcentaje de 3.4 % de pesados, con una longitud de 6 km aproximadamente y en un tipo de terreno llano.

❖ ESTIMACIÓN DE LA VELOCIDAD DE FLUJO LIBRE(FFS).

Se realizan estimaciones cuando no se puede medir o se trata de un tramo de carretera en estudio o proyecto.

$$FFS = BFFS - f_{LS} - f_A$$

Donde:

- BFFS es la velocidad límite en mi/h más 10 mi/h.
- f_{LS} es el coeficiente sacado de tablas de la anchura de carril y anchura de arcén.
- f_A es la densidad de accesos.

Nuestro caso tenemos: $FFS = (37.28 + 10) - 3 - 0 = 44.28 \text{ mi/h}$



❖ ESTIMACIÓN DEL PORCENTAJE DE TIEMPO EN COLA.

$$BPTSF_d = 54.11$$

Para el cálculo del porcentaje de tiempo en cola se debe realizar con la siguiente fórmula:

$$PTSF_d = BPTSF_d + f_{np,PTSF} \left(\frac{V_{d,PTSF}}{V_{d,PTSF} + V_{o,PTSF}} \right)$$

Donde:

➤ $V_{d,PTSF} = V_{o,PTSF} = \frac{Vi}{PHF \times f_{g,PTSF} \times f_{HV,PTSF}}$ para los cuales:

- $V_d=V_o$ ya que el reparto del tráfico es equilibrado a 50-50 y es 491.
- PHF es el factor de hora punta, que equivale a 0.90
- $F_{g,ptsf}$ es el factor de pendiente para % tiempo en cola, que en nuestro caso es 1.
- $F_{hv,ptsf}$ es el factor de pesados para % tiempo en cola, en nuestro caso es 1.

Con lo cual, aplicando los valores mencionados anteriormente obtenemos que:

$$V_{d,PTSF} = V_{o,PTSF} = 545.55 \text{ pc/h}$$

➤ $BPTSF_d = 100[1 - \exp(av_d^b)]$ para los cuales:

- Coeficientes a y b: dependen de la demanda de tráfico en sentido contrario. En nuestro caso, $a = -0.0027$ y $b = 0.8989$ y v = calculado en el apartado anterior.

Con lo cual, aplicando los valores mencionados anteriormente se obtiene:

- $f_{np,PTSF}$ es el factor de tramos prohibidos de adelantamiento y descomposición de sentidos. Depende del reparto y la demanda del tráfico. En nuestro caso el valor obtenido entre las tablas y mediante una interpolación es de 38.60

Finalmente obtenemos el cálculo del porcentaje de tiempo en cola:

$$PTSF_d = 73.42 \%$$

Una vez hemos realizado todos los cálculos y obtenido todos los resultados, comprobamos tal y como se ha plasmado en la imagen 5 en que intervalo se encuentra nuestro dato obtenido.

Tenemos como dato 73.42 % de porcentaje de tiempo en cola, nos vamos a la imagen 5, para la clase II de carretera y colocamos nuestro dato. Se puede observar que se encuentra entre los valores 70 y 85, con lo cual nuestro nivel de servicio es:

Nivel de servicio: D

Una vez obtenido el nivel de servicio de la clase II, se procede a calcular el de la clase I. El porcentaje de tiempo en cola es el mismo procedimiento por lo cual ya se tiene, siendo este, como se menciona en el apartado anterior de $PTSF = 73.42 \%$ obteniendo por esta parte un nivel de servicio: D.

Ahora se procede a calcular el FFS con la velocidad de 80 km/h al tratarse de una clase I.

$$FFS = BFFS - f_{LS} - f_A$$

Por lo tanto tenemos: $FFS = (49.71 + 10) - 1.70 - 0 = \underline{58.01 \text{ mi/h}}$



ESTUDIO DE ALTERNATIVAS Y DESARROLLO DE LA SOLUCIÓN ADOPTADA DE LA NUEVA CARRETERA DE CONEXIÓN DE LOS MUNICIPIOS DE ONDA Y BETXÍ DESDE “CARRER TOSALET HASTA CAMÍ D’ONDA, 33” (CASTELLÓN)

Una vez realizado la estimación de la velocidad en flujo libre, se procede a realizar el ajuste de la demanda para estimar la velocidad media de recorrido (ATS).

$$V_{d,ATS} = V_{o,ATS} = \frac{V_i}{PHF \times f_{g,ATS} \times f_{HV,ATS}}$$

Donde:

- $V_d=V_o$ ya que el reparto del tráfico es equilibrado a 50-50 y es 491.
- PHF es el factor de hora punta, que equivale a 0.90
- $F_{g,ats}$ es el factor de pendiente para la velocidad media, que en nuestro caso es 1.
- $F_{hv,ats}$ es el factor de pesados para la velocidad media, en nuestro caso es 0.66.

$$V_{d,ATS} = V_{o,ATS} = 826.59 \text{ pc/h}$$

Por último, se calcula el ATS definitivo para poderlo insertar en la tabla del nivel de servicio y saber así a cuál corresponde.

$$ATS_d = FFS - 0.00776(V_{d,ATS} + V_{o,ATS}) - f_{np,ATS}$$

Donde:

- $FFS = 58.01 \text{ mi/h}$.
- $V_{d,ats}=V_{o,ats} = 826.59 \text{ pc/h}$
- $F_{np,ats} = 1.01 \text{ mi/h}$ (obtenido mediante interpolación entre velocidades)

$$ATS = 44.18 \text{ mi/h}$$

Con este resultado, nos movemos hacia la tabla donde se encuentran los intervalos y observamos que se encuentra en el intervalo 40-45, muy próximo a 45.

Por lo tanto, el nivel de servicio obtenido mediante este procedimiento es el D.

Nivel de servicio: D

Todos los cálculos realizados a la hora de obtener el nivel de servicio de la alternativa a realizar, se ha utilizado el programa Microsoft Office Excel. En él se han plasmado todas las operaciones necesarias descritas en los apartados anteriores.

A continuación, en el apéndice 2 adjunto se muestran todas las tablas de las cuales se han obtenido muchos números para poder llevar a cabo la obtención del nivel de servicio.



APENDICE 1: PLANTILLA DE AFORO MANUAL



ESTUDIO DE ALTERNATIVAS Y DESARROLLO DE LA SOLUCIÓN ADOPTADA DE LA NUEVA CARRETERA DE CONEXIÓN DE LOS MUNICIPIOS
DE ONDA Y BETXÍ DESDE "CARRER TOSALET HASTA CAMÍ D'ONDA, 33" (CASTELLÓN)

Proyecto: ONDA - BETXÍ	Lugar:	Fecha: 02/11/2016
Nombre: Guillermo	CALLE TOSALET 33	Hora de inicio: 8:00
Apellidos: Monferrer Martí		Hora fin: 11:00

ENTRADA AL CAMINO	SALIDA DEL CAMINO	ENTRADA AL CAMINO	SALIDA DEL CAMINO
8:00 9183/5001 3917/4100/5891 2016/1845/1091 9380	9801/3095/6047 4990/3020/1012 4177/2018/3301 6376	8:15 6421/1805 1162/2030/ 6059/3472/5821	3040/2525/0981 5329/3996/4011 2157/5115/7854
8:30 3021/5761 4810/8390/ 5030/29102	1822/7133/ 2970/5726/ 3541/4004	8:45 2944/3891/5000 3217/9900/6940 8299/0821	2218/4027/5092 9691/5862/1124 3920/9781/2486/ 4236/
9:00 7180/5962/ 2092/1528/2477 1319	2636/1318/2291 1676/1065/ 8192/1305	9:15 1429/5078 5194/3264/3890 2491/1623	2421/5890/8547 7651/2698/0988 2160
9:30 3001/2876/5011 7608/9339/5018 4126	2089/5066/0518 0990/1428/9118	9:45 2938/1575/1012 6666/1098	3987/5030/ 2299/1881/ 2956/4789
10:00 1492/1888/ 2954/4013/9900 8341/5000	1806/2411/0415 5854/4018/ 5019	10:15 2931/0023/ 4196/5147/ 6521	1000/5918/ 2011/0258/9510
10:30 5088/8912/3042 2818/9192/1762 3189	9009/0508/ 4091/3589/ 2120/8376	10:45 8191/1921/3010 5045/8532/4569	2199/6643/1499 1992/0006/ 5209
11:00 2196/5773/ 4677/0958/1508 1011/7916	2401/0524/ 9118/9765 8756		

ENTRADA → 87 vehículos de los cuales 3 son pesados

SALIDA → 89 vehículos de los cuales 3 son pesados

TOTAL 176 vehículos.



APENDICE 2: TABLAS PARA EL CALCULO DEL NIVEL DE SERVICIO.



ESTUDIO DE ALTERNATIVAS Y DESARROLLO DE LA SOLUCIÓN ADOPTADA DE LA NUEVA CARRETERA DE CONEXIÓN DE LOS MUNICIPIOS DE ONDA Y BETXÍ DESDE "CARRER TOSALET HASTA CAMÍ D'ONDA, 33" (CASTELLÓN)

1. TABLAS

A continuación, se plasman todas las tablas que han sido necesarias para el cálculo del nivel de servicio, tanto como para el cálculo de porcentaje de adelantamiento como el índice de pesados y el tráfico equilibrado.

FACTOR SECCIÓN TRANSVERSAL (FLS)				
LANE WIDTH (ft)	SHOULDER WIDTH (ft)			
	$\geq 0 < 2$	$\geq 2 < 4$	$\geq 4 < 6$	≥ 6
$\geq 9 < 10$	6,4	4,8	3,5	2,2
$\geq 10 < 11$	5,3	3,7	2,4	1,1
$\geq 11 < 12$	4,7	3	1,7	0,4
≥ 12	4,2	2,6	1,3	0

TABLA 1: Factor de sección transversal FLS.

FACTOR DENSIDAD DE ACCESOS (FA)	
ACCESS POINTS PER MILE (TWO DIRECTIONS)	REDUCTION IN FFS (mi/h)
0	0
10	2,5
20	5
30	7,5
40	10

TABLA 2: Factor densidad de accesos Fa.

FACTOR PENDIENTE (Fg,PTSF)		
One-Direction Demand Flow Rate, Vvp/h	Level Terrain and Specific Downgrades	Rolling Terrain
≤ 100	1	0,73
200	1	0,8
300	1	0,85
400	1	0,9
500	1	0,96
600	1	0,97
700	1	0,99
800	1	1
≥ 900	1	1

TABLA 3: Factor pendiente (Fg, PTSF).



ESTUDIO DE ALTERNATIVAS Y DESARROLLO DE LA SOLUCIÓN ADOPTADA DE LA NUEVA CARRETERA DE CONEXIÓN DE LOS MUNICIPIOS
DE ONDA Y BETXÍ DESDE "CARRER TOSALET HASTA CAMÍ D'ONDA, 33" (CASTELLÓN)

FACTOR PESADOS (FHV,PTSF)			
Vehicle Type	Directional Demand Flow Rate	Level Terrain and Specific Downgrades	Rolling Terrain
Trucks, ET	100	1,1	1,9
	200	1,1	1,8
	300	1,1	1,7
	400	1,1	1,6
	500	1	1,4
	600	1	1,2
	700	1	1
	800	1	1
	≥ 900	1	1
RVs,ER	All Flows	1	1

TABLA 4: Factor pesados (Fhv, PTSF).

% TIEMPO COLA BASE COEFICIENTES a y b		
Opposing Demand Flow Rate, Vo (pc/h)	coefficient a	coefficient b
≤200	-0,0014	0,973
400	-0,0022	0,923
600	-0,0033	0,87
800	-0,0045	0,833
1000	-0,0049	0,829
1200	-0,0054	0,825
1400	-0,0058	0,821
≥ 1600	-0,0062	0,817

TABLA 5: Coeficiente a y b.

Total Two-Way Flow Rate, V=vo+Vd (pc/h)	Percent No-Passing Zones					
	0	20	40	60	80	100
Directional Split = 50/50						
≤200	9	29,2	43,4	49,4	51	52,6
400	16,2	41	54,2	61,6	63,8	65,8
600	15,8	38,2	47,8	53,2	55,2	56,8
800	15,8	33,8	40,4	44	44,8	46,6
1400	12,8	20	23,8	26,2	27,4	28,6
2000	10	13,6	15,8	17,4	18,2	18,8
2600	5,5	7,7	8,7	9,5	10,1	10,3
3200	3,3	4,7	5,1	5,5	5,7	6,1

TABLA 6: Factor zona de no adelantamientos.



ESTUDIO DE ALTERNATIVAS Y DESARROLLO DE LA SOLUCIÓN ADOPTADA DE LA NUEVA CARRETERA DE CONEXIÓN DE LOS MUNICIPIOS
DE ONDA Y BETXÍ DESDE "CARRER TOSALET HASTA CAMÍ D'ONDA, 33" (CASTELLÓN)

FACTOR PESADOS (FHV,ATS)			
Vehicle Type	Directional Demand Flow Rate	Level Terrain and Specific Downgrades	Rolling Terrain
Trucks, ET	100	1,9	2,7
	200	1,5	2,3
	300	1,4	2,1
	400	1,3	2
	500	1,2	1,8
	600	1,1	1,7
	700	1,1	1,6
	800	1,1	1,4
	900	1	1,3
RVs,ER	All Flows	1	1,1

TABLA 7: Factor pesados ATS.

FFS = 60 mi/h					
≤100	0,7	1,7	2,5	2,8	2,9
200	1,9	2,9	3,7	4	4,2
400	1,4	2	2,5	2,7	3,9
600	1,1	1,3	1,6	1,9	2
800	0,6	0,9	1,1	1,3	1,4
1000	0,6	0,7	0,9	1,1	1,2
1200	0,5	0,7	0,9	0,9	1,1
1400	0,5	0,6	0,8	0,8	0,9
≥ 1600	0,5	0,6	0,7	0,7	0,7

TABLA 9: Factor NP para realizar interpolación.

FACTOR PENDIENTE (Fg,ATS)		
One-Direction Demand Flow Rate, Vvp/h	Level Terrain and Specific Downgrades	Rolling Terrain
≤100	1	0,67
200	1	0,75
300	1	0,83
400	1	0,9
500	1	0,95
600	1	0,97
700	1	0,98
800	1	0,99
≥ 900	1	1

TABLA 8: Factor pendiente ATS

FFS = 55 mi/h					
≤100	0,5	1,2	2,2	2,6	2,7
200	1,5	2,4	3,5	3,9	4,1
400	1,3	1,9	2,4	2,7	2,8
600	0,9	1,1	1,6	1,8	1,9
800	0,5	0,7	1,1	1,2	1,4
1000	0,5	0,6	0,8	0,9	1,1
1200	0,5	0,6	0,7	0,9	1
1400	0,5	0,6	0,7	0,7	0,9
≥ 1600	0,5	0,6	0,6	0,6	0,7

TABLA 10: Factor NP para realizar interpolación.



APENDICE 3: CALCULO DEL NIVEL DE SERVICIO EN GLORIETAS.



1. CAPACIDAD Y NIVELES DE SERVICIO EN LA GLORIETA

A continuación, en el presente anejo se va a proceder a realizar el cálculo del nivel de servicio de la glorieta con el objetivo de obtener la capacidad máxima de cada entrada de la glorieta y sus correspondientes niveles de servicio.

Para la obtención del nivel de servicio correspondiente a cada entrada, se puede obtener de dos formas distintas. Bien tal y como dice el Manual de Capacidad, obteniéndolo mediante el concepto de demora, o bien, puede obtenerse realizando el cociente entre los vehículos que realmente entran a la glorieta con relación a la capacidad máxima de dicha entrada. En función del valor de dicho cociente se establece el nivel de servicio.

Para ambos métodos se obtienen los mismos resultados

NIVEL DE SERVICIO	$Q_e/Q_e \text{ max}$
A	0 – 25 %
B	25 – 40 %
C	40 – 60 %
D	60 – 80 %
E	80 – 100%

TABLA 1: Intervalos para nivel de servicio en glorieta. Fuente: Norma 3.1

En el caso de la glorieta que tenemos, se han dado las siguientes características geométricas:

- La glorieta tendrá una pendiente del 0%.
- La calzada anular tendrá una anchura de 8 metros y los arcenes, tanto exterior como interior, tendrán una anchura de 0,50 metros. En las zonas de las isletas el arcén exterior es de 1 metro.
- Los radios de giro mínimo en los ramales de acceso a la glorieta son de 20 metros en el caso de carriles de entrada y de 30 metros en el caso de carriles de salida.
- El radio de la glorieta es de 28 metros hasta la línea blanca del anillo interior.

	SALIDA 1	SALIDA 2	SALIDA 3	SALIDA 4	
ENTRADA 1	0	6	481	18	505
ENTRADA 2	6	0	4	2	12
ENTRADA 3	481	4	0	15	500
ENTRADA 4	18	2	15	0	35
TOTAL	505	12	500	35	1052

TABLA 2: Matriz simétrica para el cálculo del NS.



ESTUDIO DE ALTERNATIVAS Y DESARROLLO DE LA SOLUCIÓN ADOPTADA DE LA NUEVA CARRETERA DE CONEXIÓN DE LOS MUNICIPIOS DE ONDA Y BETXÍ DESDE “CARRER TOSALET HASTA CAMÍ D’ONDA, 33” (CASTELLÓN)

ENTRADA 1

Características geométricas			
Anchura de la entrada	e	4	metros
Semianchura de la calzada de acceso	v	3.5	metros
Longitud de abocinamiento de la entrada	L	6.8	metros
Ángulo entre las trayectorias de la entrada y anular	θ	22	gonios
Mínimo radio de la trayectoria de entrada	r	20	metros
Diámetro de la isleta central	D	56	metros

TABLA 3: Datos geométricos de la entrada.

$$s = (e-v)/L = \mathbf{0.074}$$

$$t = 1 + 0.5/[1 + e(0.1 \cdot D - 60)] = \mathbf{1.317}$$

$$k = 1 - 0.00347 \cdot (\theta - 30) - 0.978 \cdot [(1/r) - 0.05] = \mathbf{1.027}$$

$$x = v + [(e-v)/(1 + 2 \cdot s)] = \mathbf{3.935}$$

$$f = 0.210 \cdot t \cdot (1 + 0.2 \cdot x) = \mathbf{0.494}$$

$$F = 303 \cdot X = \mathbf{1192.305}$$

$$Q_{e \max} = 303 \cdot x - 0.21 \cdot t \cdot (1 + 0.2 \cdot x) \cdot Q_c = \mathbf{672.37}$$

La capacidad máxima de la entrada es de vehículos ligeros equivalentes. Para que la entrada no se colapse, el valor obtenido debe de ser superior que la cantidad de vehículos que entran por esta entrada.

$$Q_{e \max} = 672 > 505$$

NIVEL DE SERVICIO DE LA ENTRADA: D



ESTUDIO DE ALTERNATIVAS Y DESARROLLO DE LA SOLUCIÓN ADOPTADA DE LA NUEVA CARRETERA DE CONEXIÓN DE LOS MUNICIPIOS DE ONDA Y BETXÍ DESDE "CARRER TOSALET HASTA CAMÍ D'ONDA, 33" (CASTELLÓN)

ENTRADA 2

Características geométricas			
Anchura de la entrada	e	4	metros
Semianchura de la calzada de acceso	v	3.3	metros
Longitud de abocinamiento de la entrada	L	3.2	metros
Ángulo entre las trayectorias de la entrada y anular	θ	25	gonios
Mínimo radio de la trayectoria de entrada	r	20	metros
Diámetro de la isleta central	D	56	metros

TABLA 4: Datos geométricos de la entrada.

La capacidad máxima de la entrada es de vehículos ligeros equivalentes. Para que la entrada no se colapse, el valor obtenido debe de ser superior que la cantidad de vehículos que entran por esta entrada.

$$Q_e \max = 621 > 12$$

NIVEL DE SERVICIO DE LA ENTRADA: A

$$s = (e - v) / L = \mathbf{0.218}$$

$$t = 1 + 0.5 / [1 + e(0.1 \cdot D - 60)] = \mathbf{1.317}$$

$$k = 1 - 0.00347 \cdot (\theta - 30) - 0.978 \cdot [(1/r) - 0.05] = \mathbf{1.017}$$

$$x = v + [(e - v) / (1 + 2 \cdot s)] = \mathbf{3.787}$$

$$f = 0.210 \cdot t \cdot (1 + 0.2 \cdot x) = \mathbf{0.486}$$

$$F = 303 \cdot X = \mathbf{1147.46}$$

$$Q_e \max = 303 \cdot x - 0.21 \cdot t \cdot (1 + 0.2 \cdot x) \cdot Q_c = \mathbf{621.561}$$



ESTUDIO DE ALTERNATIVAS Y DESARROLLO DE LA SOLUCIÓN ADOPTADA DE LA NUEVA CARRETERA DE CONEXIÓN DE LOS MUNICIPIOS DE ONDA Y BETXÍ DESDE "CARRER TOSALET HASTA CAMÍ D'ONDA, 33" (CASTELLÓN)

ENTRADA 3

Características geométricas			
Anchura de la entrada	e	4	metros
Semianchura de la calzada de acceso	v	3.5	metros
Longitud de abocinamiento de la entrada	L	6.8	metros
Ángulo entre las trayectorias de la entrada y anular	θ	22	gonios
Mínimo radio de la trayectoria de entrada	r	20	metros
Diámetro de la isleta central	D	56	metros

TABLA 5: Datos geométricos de la entrada.

La capacidad máxima de la entrada es de vehículos ligeros equivalentes. Para que la entrada no se colapse, el valor obtenido debe de ser superior que la cantidad de vehículos que entran por esta entrada.

$$Q_e \text{ max} = 672 > 500$$

NIVEL DE SERVICIO DE LA ENTRADA: D

$$s = (e - v) / L = \mathbf{0.074}$$

$$t = 1 + 0.5 / [1 + e(0.1 \cdot D - 60)] = \mathbf{1.317}$$

$$k = 1 - 0.00347 \cdot (\theta - 30) - 0.978 \cdot [(1/r) - 0.05] = \mathbf{1.027}$$

$$x = v + [(e - v) / (1 + 2 \cdot s)] = \mathbf{3.935}$$

$$f = 0.210 \cdot t \cdot (1 + 0.2 \cdot x) = \mathbf{0.494}$$

$$F = 303 \cdot X = \mathbf{1192.305}$$

$$Q_e \text{ max} = 303 \cdot x - 0.21 \cdot t \cdot (1 + 0.2 \cdot x) \cdot Q_c = \mathbf{672.37}$$



ESTUDIO DE ALTERNATIVAS Y DESARROLLO DE LA SOLUCIÓN ADOPTADA DE LA NUEVA CARRETERA DE CONEXIÓN DE LOS MUNICIPIOS DE ONDA Y BETXÍ DESDE "CARRER TOSALET HASTA CAMÍ D'ONDA, 33" (CASTELLÓN)

ENTRADA 4

Características geométricas			
Anchura de la entrada	e	4	metros
Semianchura de la calzada de acceso	v	3.3	metros
Longitud de abocinamiento de la entrada	L	3.2	metros
Ángulo entre las trayectorias de la entrada y anular	θ	25	gonios
Mínimo radio de la trayectoria de entrada	r	20	metros
Diámetro de la isleta central	D	56	metros

TABLA 6: Datos geométricos de la entrada.

$$s = (e-v)/L = 0.218$$

$$t = 1 + 0.5/[1 + e(0.1 \cdot D - 60)] = 1.317$$

$$k = 1 - 0.00347 \cdot (\theta - 30) - 0.978 \cdot [(1/r) - 0.05] = 1.017$$

$$x = v + [(e-v)/(1+2 \cdot s)] = 3.787$$

$$f = 0.210 \cdot t \cdot (1 + 0.2 \cdot x) = 0.486$$

$$F = 303 \cdot X = 1147.46$$

$$Q_{e \max} = 303 \cdot x - 0.21 \cdot t \cdot (1 + 0.2 \cdot x) \cdot Q_c = 621.561$$

La capacidad máxima de la entrada es de vehículos ligeros equivalentes. Para que la entrada no se colapse, el valor obtenido debe de ser superior que la cantidad de vehículos que entran por esta entrada.

$$Q_{e \max} = 621 > 35$$

NIVEL DE SERVICIO DE LA ENTRADA: A