

GRADO EN INGENIERÍA CIVIL  
**TRABAJO FIN DE GRADO**

***PROYECTO DE ACONDICIONAMIENTO  
DE LA INTERSECCIÓN ENTRE EL  
RAMAL DE SALIDA DE LA A-8 Y LA N-  
639 EN ZIERBENA (BIZKAIA)***

***ANEJO II – ESTUDIO DE TRÁFICO***

**Alumna:** Ramos Gómez, Nerea

**Director:** Pérez Acebo, Heriberto

**Curso:** 2017-2018

**Fecha:** Bilbao, 23 de Julio de 2018

## Índice:

<b>1. INTRODUCCIÓN</b> .....	<b>1</b>
<b>2. ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN ACTUAL</b> .....	<b>2</b>
2.1. OBTENCIÓN DE LOS DATOS .....	2
2.1.1. <i>Elección de las horas punta</i> .....	2
2.1.2. <i>Realización de los conteos (trabajo de campo)</i> .....	5
2.1.3. <i>Resultados obtenidos</i> .....	9
2.2. MODELIZACIÓN MICROSCÓPICA .....	11
2.2.1. <i>Presentación del modelo de simulación VISSIM</i> .....	11
2.2.2. <i>Entrada de datos</i> .....	11
2.2.3. <i>Resultados obtenidos</i> .....	21
2.3. ANÁLISIS MEDIANTE GPS .....	28
<b>3. EVOLUCIÓN DEL TRÁFICO</b> .....	<b>31</b>
<b>4. ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN FUTURA</b> .....	<b>37</b>
<b>5. MEJORAS REALIZADAS</b> .....	<b>43</b>



# 1. Introducción

En este anejo se resume el estudio de tráfico realizado para garantizar la capacidad de la intersección proyectada.

En primer lugar, se realizará un análisis exhaustivo de la situación actual, analizando la intersección mediante modelización microscópica y mediante el estudio del GPS.

A continuación se estudiará la evolución de tráfico producidos en los últimos años y se calculará la tasa de variación más adecuada, de esta forma se realizará una estimación del tráfico futuro en el año de puesta en servicio.

Se realizará una modelización microscópica tanto de la situación actual como del escenario futuro insertando los flujos de tráfico correspondientes.

Concluirá analizando las mejoras obtenidas y se verificará la aptitud de la solución adoptada.

## 2. Análisis de la situación actual

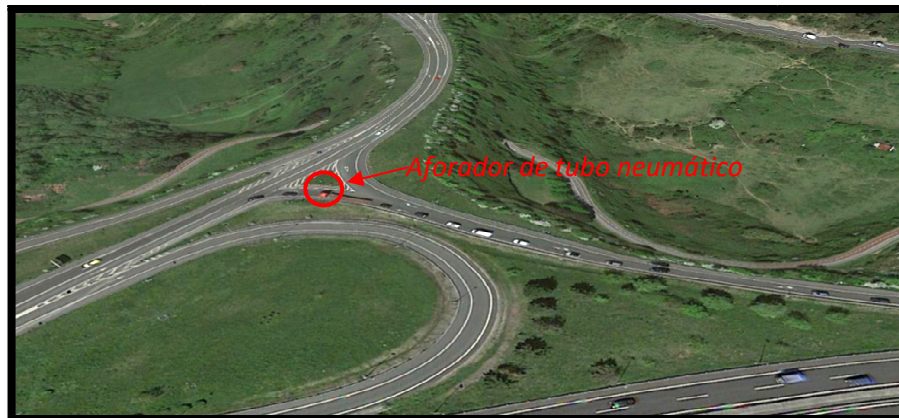
### 2.1. Obtención de los datos

Para la obtención de los datos, primero se han seleccionado las horas punta más características, a continuación se ha realizado un trabajo de campo para obtener el conteo de los vehículos que circulan y posteriormente se ha realizado un análisis exhaustivo de todos los datos.

#### 2.1.1. Elección de las horas punta

Para llevar a cabo el estudio de tráfico se han realizado conteos en las horas punta del enlace entre la autovía A-8 y la carretera N-639, más concretamente en el cruce con la salida de la A-8 (dirección Santander) y la carretera nacional.

La elección de las horas punta se ha determinado con los datos facilitados por la empresa “*Leber Planificación e Ingeniería*”. Estos datos fueron medidos en el mes de Octubre del año 2013 mediante un aforador de tubo neumático, situado en la localización a continuación expuesta.



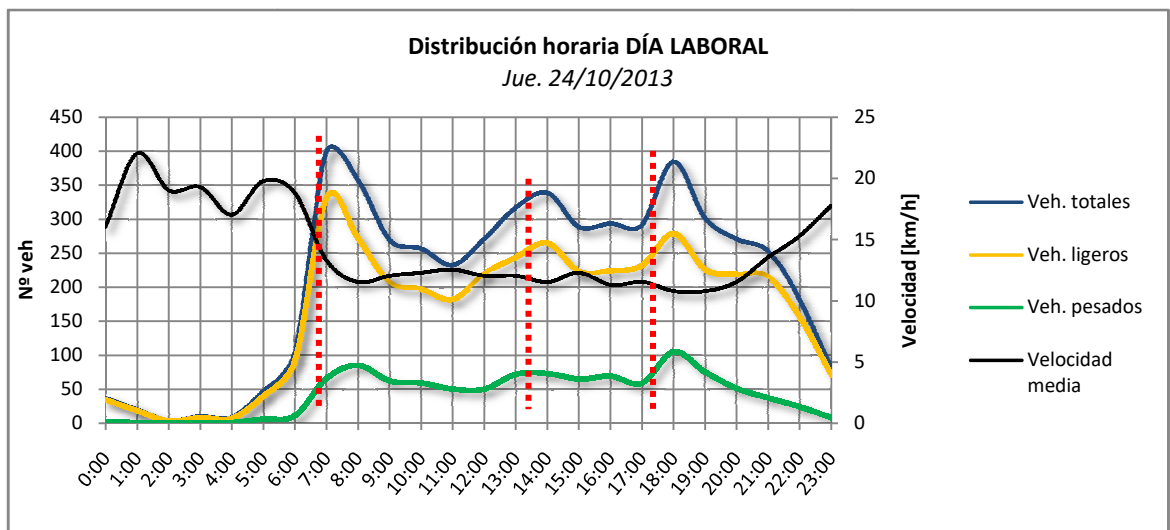
La información que nos ofrecen estos datos son el número de vehículos ligeros, vehículos pesados y la velocidad media con la que circulan por encima del aforador neumático, en intervalos de una hora.

A la hora de evaluar cuales son las horas con más afluencia de vehículos, se estudiarán tanto un día laboral, como un día festivo, viendo así en qué situaciones se produce mayor volumen de tráfico.

• **DÍA LABORAL**

Haciendo referencia al calendario de octubre 2013, un día tipo laboral sería el jueves, 24/10/2013. Los datos obtenidos de este día son los siguientes:

Jueves, 24 de Octubre de 2013				
Hora	Veh. Ligeros	Veh. Pesados	Vel. Media	Veh. TOTALES
0:00	34	2	16	36
1:00	18	1	22	19
2:00	3	0	19	3
3:00	8	1	19,25	9
4:00	7	1	17	8
5:00	40	6	19,75	46
6:00	92	11	18,75	103
7:00	332	66	13,25	398
8:00	272	85	11,5	357
9:00	207	62	12	269
10:00	197	59	12,25	256
11:00	182	50	12,5	232
12:00	220	50	12	270
13:00	244	72	12	316
14:00	265	73	11,5	338
15:00	223	65	12,25	288
16:00	224	69	11,25	293
17:00	232	59	11,5	291
18:00	279	105	10,75	384
19:00	226	75	10,75	301
20:00	219	51	11,5	270
21:00	215	37	13,5	252
22:00	156	24	15,25	180
23:00	71	8	17,75	79
%pesados		20,6%	IMD	4998



Se puede apreciar como en las horas donde el tráfico es menor la velocidad media de tránsito es mayor, y viceversa. Además, se acentúan tres picos en las franjas horarias señalizadas en rojo en la *Tabla 1* y en la *Gráfica 1*. Por lo tanto, deducimos tres horas punta:

**Horas punta – DÍA LABORAL (24/10/2013)**

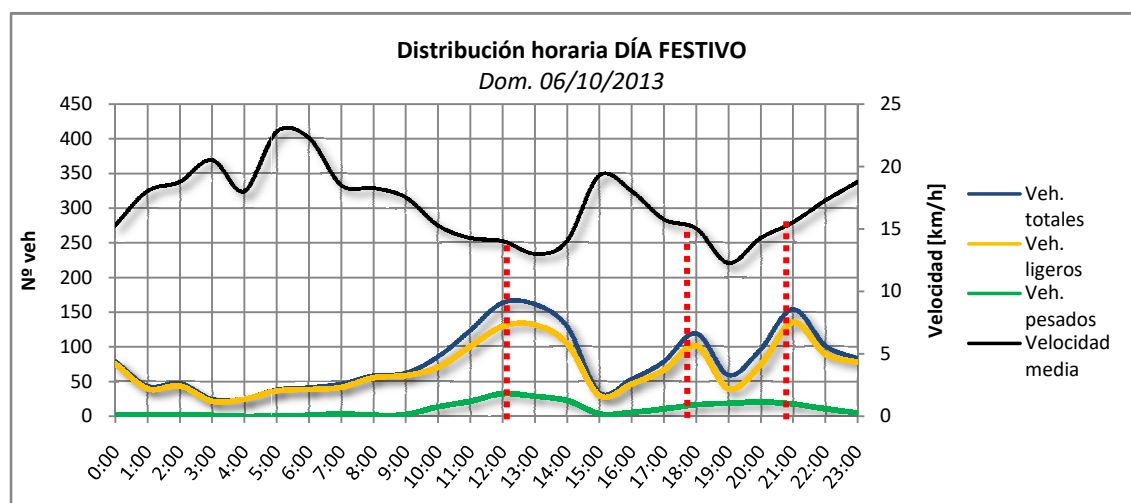
	Hora	Intensidad horaria [Veh. tot.]
Mañana	7:00 – 8:00	398
Mediodía	14:00 – 15:00	338
Tarde	18:00 – 19:00	384

Por otro lado, se aprecia que el porcentaje de vehículos pesados es elevado con un 20,6%, siendo la intensidad diaria de 4998 vehículos (1032veh. pesados /día).

• **DÍA FESTIVO**

Un día tipo festivo sería el domingo, 6/10/2013. Estos serían los datos obtenidos de este día:

Domingo, 6 de Octubre de 2013				
Hora	Veh. Ligeros	Veh. Pesados	Vel. Media	Veh. TOTALES
0:00	76	3	15,25	79
1:00	40	3	18	43
2:00	44	3	18,75	47
3:00	22	2	20,5	24
4:00	25	0	18	25
5:00	37	1	22,75	38
6:00	39	2	22,25	41
7:00	42	4	18,5	46
8:00	56	2	18,25	58
9:00	59	3	17,5	62
10:00	71	14	15,25	85
11:00	101	22	14,25	123
12:00	130	33	14	163
13:00	132	29	13	161
14:00	105	23	14	128
15:00	30	4	19,25	34
16:00	47	6	18	53
17:00	67	11	15,75	78
18:00	102	17	15	119
19:00	40	19	12,25	59
20:00	75	21	14,25	96
21:00	136	18	15,5	154
22:00	90	11	17,25	101
23:00	78	5	18,75	83
%pesados		13,5%	IMD	1900



En este caso, se producen tres picos notablemente desfasados respecto a los de un día laboral. La intensidad diaria es de 1900 vehículos, siendo esta, casi tres veces menor que el día anterior estudiado. Respecto al porcentaje de vehículos pesados (13,5% - 256 veh. pesados) también se aprecia una disminución considerable.

Las horas punta de este día serán:

<b>Horas punta - DÍA FESTIVO (06/10/2013)</b>		
	<i>Hora</i>	<i>Intensidad horaria [Veh. tot.]</i>
Mediodía	12:00 - 13:00	163
Tarde	18:00 - 19:00	119
Noche	21:00 - 22:00	154

Por lo tanto, podemos concluir diciendo que el tráfico en un día laboral es bastante mayor que un día festivo en el mes de octubre, además se han obtenido de manera definida cuales son las horas en dónde más vehículos circulan por la entrada. De este modo, las horas llevadas a conteo son las siguientes:

- Por la mañana, el conteo se hará de **7:30 - 8:30**, un desfase de media hora respecto a lo obtenido debido a que en el intervalo de 8:00 - 9:00 la intensidad horaria también es elevada (357 vehículos).
- Por el mediodía, el conteo será de **13:45 - 14:45**. A pesar de ser la hora punta con menos intensidad de las tres, se llevará a estudio para ver la variación de los movimientos del enlace.
- Por la tarde, la hora elegida será de **18:00 - 19:00**.

### 2.1.2. Realización de los conteos (trabajo de campo)

Una vez obtenidas las horas punta del enlace a estudio, se han llevado a cabo los conteos.

Para ello, se realizaron distintas grabaciones desde la localización definida en la *imagen inferior*, desde este punto de grabación se aprecia el comportamiento de los conductores y de los movimientos predominantes.

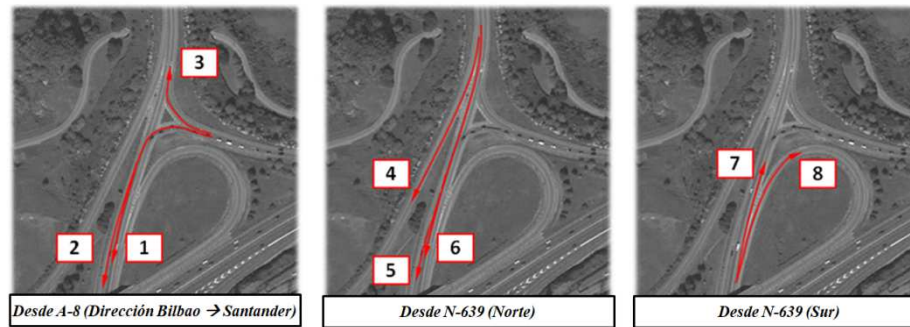




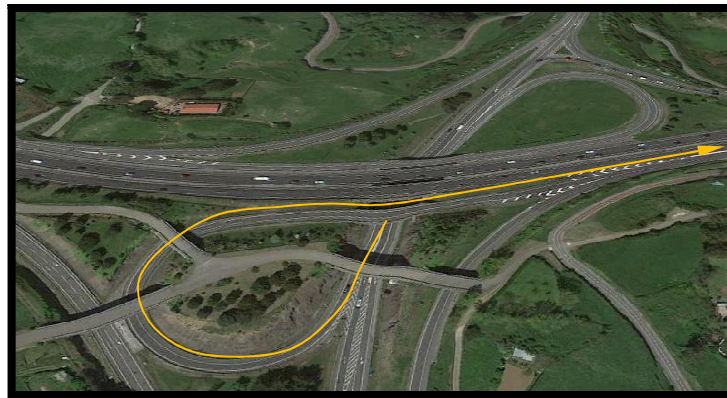
La imagen obtenida de este punto de grabación es la siguiente:



A la hora de analizar el cruce, se realizó un esquema señalizando todos los movimientos que se aprecian en las grabaciones, obteniendo lo siguiente:



Cabe destacar que los movimientos dos y cinco, son los correspondientes a la entrada de la autovía A-8 dirección (Santander→ Bilbao). Por lo tanto, los vehículos que realicen el movimiento dos, estarán llevando a cabo un cambio de sentido de la autovía.



Además, en todo momento se ha realizado la siguiente separación; Vehículos ligeros, autobuses y camiones. Recogiendo en la siguiente tabla los datos en intervalos de cinco minutos.

**Conteos vídeo**

Hora analizada: 7:30-8:30 PUNTA MATUTINA

	1			2			3			4		
	Ven. Ligeros	Autobuses	Camiones	Ven. Ligeros	Autobuses	Camiones	Ven. Ligeros	Autobuses	Camiones	Ven. Ligeros	Autobuses	Camiones
7:30-7:35												
7:35-7:40												
7:40-7:45												
7:45-7:50												
7:50-7:55												
7:55-8:00												
8:00-8:05												
8:05-8:10												
8:10-8:15												
8:15-8:20												
8:20-8:25												
8:25-8:30												

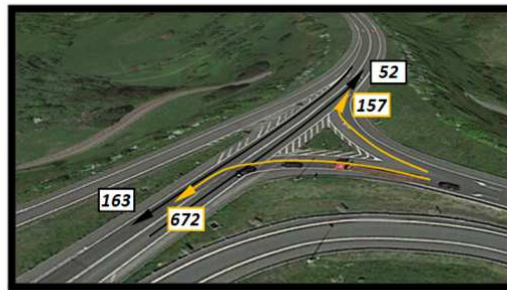
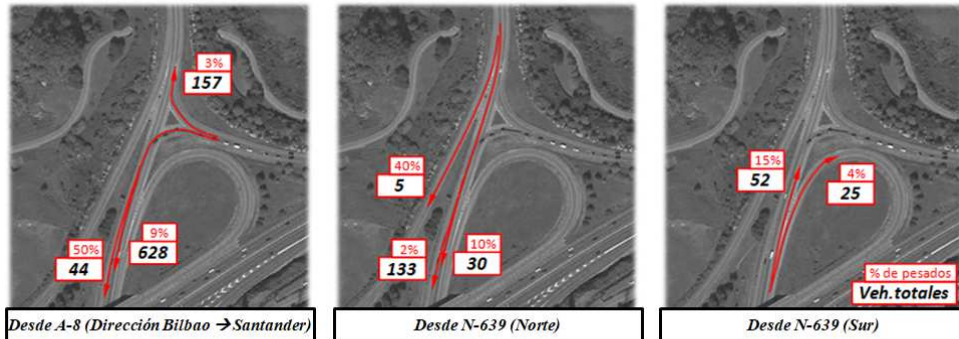
	5			6			7			8		
	Ven. Ligeros	Autobuses	Camiones	Ven. Ligeros	Autobuses	Camiones	Ven. Ligeros	Autobuses	Camiones	Ven. Ligeros	Autobuses	Camiones
7:30-7:35												
7:35-7:40												
7:40-7:45												
7:45-7:50												
7:50-7:55												
7:55-8:00												
8:00-8:05												
8:05-8:10												
8:10-8:15												
8:15-8:20												
8:20-8:25												
8:25-8:30												

La grabación del cruce se realizó el jueves, día 22 de febrero de 2018, en las horas punta seleccionadas en el apartado 2.1.1.

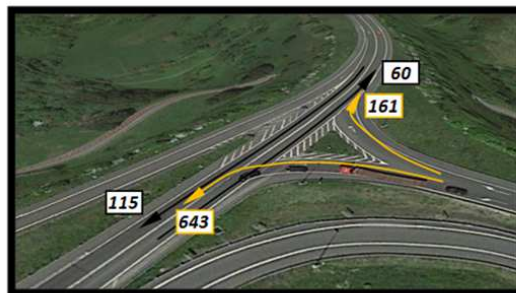
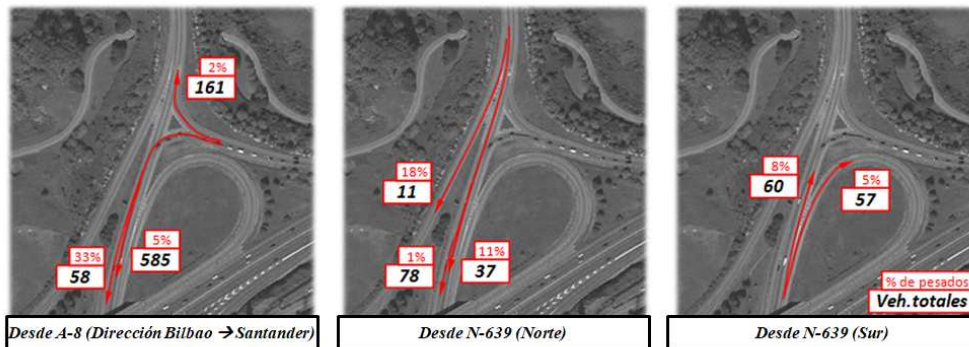


### 2.1.3. Resultados obtenidos

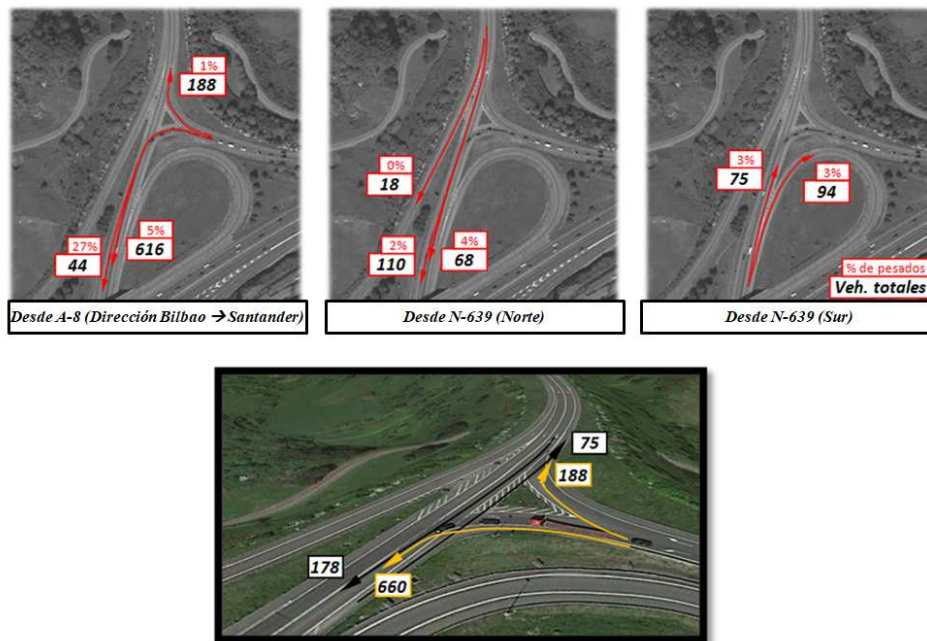
- **Mañana** (7:30 – 8:30)



- **Mediodía** (13:45 – 14:45)



• **Tarde** (18:00 – 19:00)



A continuación, se muestra una tabla resumen de los conteos realizados. Las primeras dos columnas hace referencia a los vehículos que realizan el giro a izquierdas desde la autovía, las siguientes cuatro columnas a todos los vehículos que confluyen en la intersección.

	Movimiento 1+2 [Veh.totales]	Movimiento 1+2 [Veh.pesados]	Vehículos ligeros	Vehículos pesados	Vehículos totales	% pesados
<b>Mañana</b>	<b>672</b>	<b>80</b>	<b>973</b>	<b>101</b>	<b>1074</b>	<b>9,4%</b>
<b>Mediodía</b>	<b>643</b>	<b>48</b>	<b>981</b>	<b>66</b>	<b>1047</b>	<b>6,3%</b>
<b>Tarde</b>	<b>660</b>	<b>44</b>	<b>1157</b>	<b>56</b>	<b>1213</b>	<b>4,6%</b>

Por último, se seleccionará la hora más desfavorable para realizar su simulación con el programa PTV Vissim, expuesto en los apartados posteriores. La hora seleccionada ha sido de 7:30 – 8:30, el criterio seguido para ello ha sido observar en qué situación el volumen de vehículos que realizan el giro a izquierdas es mayor, además de tener en cuenta el número de vehículos pesados presentes.

Además, se tendrá en cuenta el alto volumen de vehículos pesados existentes en la intersección, en gran medida esto es debido a su proximidad al puerto de Bilbao. Los vehículos procedentes del puerto de Bilbao que deciden cambiar de sentido de la autovía A-8 lo llevan a cabo mediante el movimiento dos, por ese motivo el volumen de pesados

particularmente en ese movimiento es tan elevado. Se tendrá en cuenta esto utilizando como **vehículo patrón característico** el **camión articulado**, cuyas características dimensionales vienen definidas en la Norma 3.1.- IC Trazado.

CARACTERÍSTICA	TURISMO	FURGÓN	AUTOBÚS RÍGIDO <sup>44</sup>	AUTOBÚS ARTICULADO	CAMIÓN LIGERO <sup>45</sup>	CAMIÓN ARTICULADO		TREN DE CARRETERA		
						TRACTORA	SEMIRREMOLQUE <sup>46</sup>	CAMIÓN	REMOLQUE <sup>47</sup>	
Anchura	1,80	2,05	2,55		2,45 / 2,55 <sup>48</sup>	2,44	2,55	2,45	2,55	
Longitud	Unidad	4,80	6,35	15,00	18,75	10,55	6,30	13,60	10,50	7,25
	Total							16,50		18,75
Altura		2,76	3,27	3,21	2,79 / 4,04	2,79	4,04	2,79 / 4,04	4,04	
Voladizo delantero	1,00	0,95	2,65	2,75	1,40	1,40		1,40		
Distancia entre ejes	Nº 1	2,80	4,00	7,45	6,15	6,25	3,90		5,00	
	Nº 2			1,40	7,20			5,65	1,40	
	Nº 3							1,30	6,70	
	Nº 4							1,30		1,30
Voladizo trasero	1,00	1,40	3,50	2,65	2,90			2,95	2,95	
Posición del pivote <sup>49</sup>				2,00 / 5,20		3,20 / 0,70		1,40 / 5,30		

<sup>44</sup> El de tres ejes resulta más restrictivo.

<sup>45</sup> Se especifica la dimensión de la cabina y de la caja.

<sup>46</sup> El semiremolque tiene tres ejes y puede circular con el más adelantado izado.

<sup>47</sup> Los ejes de los remolques adoptan diversas configuraciones. El seleccionado tiene dos ejes centrados en la caja; pero los ejes se pueden situar también en los extremos de la caja. También puede tener tres ejes y un pivote de giro.

<sup>48</sup> La primera cifra representa la dimensión de la cabina, la segunda la de la caja.

<sup>49</sup> La primera cifra corresponde a la distancia del pivote al eje que está delante de él y la segunda al eje que está detrás. Por lo tanto, la suma de las dos cifras es la distancia entre esos dos ejes, entre los que está situado el pivote.

## 2.2. Modelización microscópica

### 2.2.1. Presentación del modelo de simulación VISSIM

El modelo de simulación utilizado en este proyecto es VISSIM. Este modelo se desarrolló en los inicios de los años 70 en la Universidad de Karlsruhe en Alemania.

Vissim está basado en un modelo de microsimulación que se desarrolló para modelar el tránsito urbano y operaciones del transporte público, este programa puede analizar: configuración de carriles, composición del tránsito, semaforización; señal de PARE, etc., convirtiéndose así en una herramienta útil para la evaluación de varias alternativas basadas en el diseño y la planificación del tránsito y transporte.

### 2.2.2. Entrada de datos

Para comenzar la modelización del enlace llevado a proyecto se deben cargar los datos a continuación enumerados:

- 1. Insertar “background”/imagen:** Para ello se descarga una imagen georeferenciada de la página web del Instituto Geográfico Nacional ([www.ign.es/ign\\_iberpix/](http://www.ign.es/ign_iberpix/)), se inserta en el programa y se escala conforme a la realidad.



Nº	Nombre	Tipo de comportamiento	Nº de carriles	Longitud [m]	Desde nº	Hata °	Ancho carril [m]
1	Enlace A-8 → N-639	1: Urban (motorized)	1	232,1			3,5
2	Enlace A-8 → N-639	1: Urban (motorized)	2	47,8			3
3	Enlace derecha A-8 → N-639	1: Urban (motorized)	1	31,1			3,5
4	Enlace izquierda A-8 → N-639	1: Urban (motorized)	1	25,2			3,5
5	Enlace N-639 (desde Sur) → A-8(Hacia Santander)	1: Urban (motorized)	1	291,1			3,5
6	N-639 (Sur→Norte)	1: Urban (motorized)	1	387,8			3,5
7	N-639 (Norte→Sur/A-8)	1: Urban (motorized)	1	223,6			3,5
8	Enlace N-639 (desde Norte) → A-8(Hacia Santander)	1: Urban (motorized)	1	255,3			3,5
9	N-639 (Norte→Sur/A-8)	1: Urban (motorized)	2	65,2			3,5
10	Enlace N-639(desde Norte) → A-8(Hacia Bilbao)	1: Urban (motorized)	1	53,2			3,5
11	N-639 (Norte→Sur)	1: Urban (motorized)	1	51,7			3,5
10001	Carril de enlace	1: Urban (motorized)	1	44,0	7	9	
10002	Carril de enlace	1: Urban (motorized)	1	66,8	6	5	
10003	Carril de enlace	1: Urban (motorized)	1	13,0	4	7	
10004	Carril de enlace	1: Urban (motorized)	1	9,3	3	6	
10005	Carril de enlace	1: Urban (motorized)	1	36,5	7	8	
10006	Carril de enlace	1: Urban (motorized)	1	10,4	2	3	
10007	Carril de enlace	1: Urban (motorized)	1	8,0	2	4	
10008	Carril de enlace	1: Urban (motorized)	1	27,2	1	2	
10009	Carril de enlace	1: Urban (motorized)	1	27,5	1	2	
10010	Carril de enlace	1: Urban (motorized)	1	6,6	9	10	
10011	Carril de enlace	1: Urban (motorized)	1	4,8	9	11	

La columna tres hace referencia al tipo de comportamiento en la conducción, el programa trae por defecto las siguientes posibilidades:



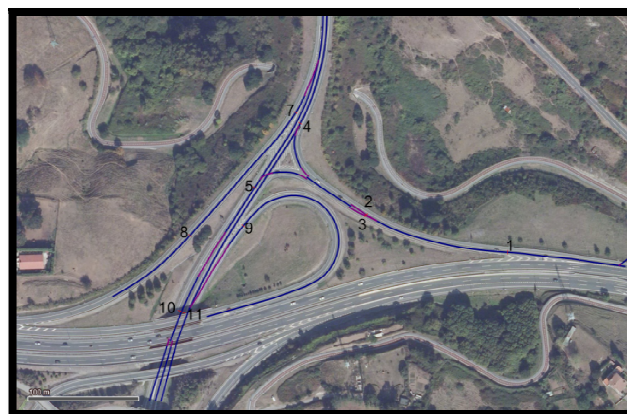
Count	No	Name	ObsrvdVehs	StandDistIsFix	StandDist	CarFollowModType	W74bxAdd	W74bxMult	LnChgRule	AdvMerg	DesLatPos	OvtLDef	OvtRDef	LatDistDrivDef	LatDistStandDef
1	1	Urban (motorized)	4	<input type="checkbox"/>	0,50	Wiedemann 74	2,00	3,00	Free lane selection	<input checked="" type="checkbox"/>	Middle of lane	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	1,00	0,20
2	2	Right-side rule (motorized)	2	<input type="checkbox"/>	0,50	Wiedemann 99	2,00	3,00	Slow lane rule	<input checked="" type="checkbox"/>	Middle of lane	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	1,00	0,20
3	3	Freeway (free lane selection)	2	<input type="checkbox"/>	0,50	Wiedemann 99	2,00	3,00	Free lane selection	<input checked="" type="checkbox"/>	Middle of lane	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	1,00	0,20
4	4	Footpath (no interaction)	2	<input type="checkbox"/>	0,50	No interaction	2,00	3,00	Free lane selection	<input checked="" type="checkbox"/>	Any	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	1,00	0,20
5	5	Cycle-Track (free overtaking)	2	<input type="checkbox"/>	0,50	Wiedemann 99	2,00	3,00	Free lane selection	<input checked="" type="checkbox"/>	Right	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	0,30	0,10

A continuación lo que significa cada columna;

Number
Name
Observed vehicles in front
Standstill distance (in front of static obstacles) is fix
Standstill distance in front of static obstacles
Car following model type
W74bxAdd: Additive factor for security distance (Wiedemann 74)
W74bxMult: Multiplicative factor for security distance (Wiedemann 74)
Lane change rule
Advanced merging
Desired lateral position
Overtake left (default)
Overtake right (default)
Lateral minimum distance at 50 km/h (default)
Lateral minimum distance at 0 km/h (default)

El comportamiento habitual en Europa continental es el número 1; *Urban(motorized)*.

- 3. Velocidad de las vías:** Se señalizan las limitaciones de velocidad en los distintos carriles, siguiendo la señalización actual y teniendo en cuenta la menor velocidad de los vehículos pesados (Bus + Camiones).



Nº	Carril	Posición [m]	Vel. Coches	Vel. Bus	Vel. Camión
1	1-1	107,97	60: 60 km/h	50: 50 km/h	50: 50 km/h
2	10008 – 1	10,37	30: 30 km/h	25: 25 km/h	25: 25 km/h
3	10009 – 1	11,50	30: 30 km/h	25: 25 km/h	25: 25 km/h
4	6-1	285,24	60: 60 km/h	50: 50 km/h	50: 50 km/h

5	7-1	172,53	60: 60 km/h	50: 50 km/h	50: 50 km/h
7	8-1	17,75	50: 50 km/h	40: 40 km/h	40: 40 km/h
8	8-1	165,59	80: 80 km/h	70: 70 km/h	70: 70 km/h
9	5-1	22,28	40: 40 km/h	30: 30 km/h	30: 30 km/h
10	9-1	36,60	40: 40 km/h	30: 30 km/h	30: 30 km/h
11	9-2	36,60	60: 60 km/h	50: 50 km/h	50: 50 km/h

**4. Señalización “Ceda el paso”:** En la intersección de la carretera de desvío de la A-8 con la N-639 es necesario señalar los ceda el paso, dando prioridad a los vehículos que circulan por la N-639. Se señalará tanto en el giro a derechas como en el giro a izquierdas.



Nº	Carril donde CEDEN	Carril al que CEDEN	MinGapTime [s]	MinHdwy [m]	MaxSpeed [km/h]
1	10003: Carril de enlace	6: N-639 (Sur ->Norte)	4	7	180
1	10003: Carril de enlace	7: N-639 (Norte ->Sur/A-8)	4	7	180
2	3: Enlace derecha A-8 -> N-639	6: N-639 (Sur ->Norte)	3	5	180

Las últimas tres columnas hacen referencia a lo siguiente;

<b>Gap time</b>	Minimum gap time ( <b>MinGapTime</b> ) (in seconds) between the conflict marker and the next vehicle driving towards it.
<b>Headway</b>	Minimal headway ( <b>MinHdwy</b> ) (distance) between the conflict marker and the next vehicle upstream.
<b>Max. Speed</b>	Vehicles, which are traveling towards the conflict marker, are only considered for the headway condition when their <i>speed is</i> $\leq$ <i>max. speed</i> .

Estos datos han sido obtenidos a través de la reproducción de la grabación. Además, se observa como el ceda el paso del giro a

la derecha (2) es menos restrictivo ya que los vehículos que hagan ese movimiento tienen una pequeña cuña de aceleración antes de incorporarse del todo a la N-639. Esto no ocurre en el giro a izquierdas (1), donde los conductores tienen que cruzar el carril referente al otro sentido antes de introducirse en su carril.

**5. Áreas de conflicto:** El programa establece estas áreas de conflicto en los carriles de convergencias y divergencias, de modo que el usuario puede señalar que carril tiene preferencia respecto al otro. El programa te da tres opciones;

- Una, dar prioridad a un carril respecto al otro (visualizado el carril prioritario en verde y el otro en rojo).
- Dos, los vehículos que llegan a la zona de conflicto se ven entre sí y se prioriza según el orden de llegada (visualizando los dos carriles en rojo)
- Por último, sin priorización (los dos carriles en amarillo), los vehículos que llegan en el mismo momento a la convergencia/divergencia continúan su camino independientemente.

En las zonas donde se han establecido los ceda el paso no es necesario priorizar ningún carril, puesto que, ya ha sido priorizado con los cedas. En el resto de convergencias/divergencias se aplicará la opción número dos, de modo que los vehículos no se intercepten entre sí.



**6. Áreas de velocidad reducida:** Se establecen zonas en donde por características de la vía, tanto dimensionalmente como visualmente, la velocidad tiene que ser reducida.

Un caso de ello se produce en las entradas a la N-639 (ambos sentidos), donde los vehículos reducen su velocidad para visualizar la situación y proceder a la incorporación. Para ello, se ha medido el tiempo que tardan en recorrer una



distanciamediante la reproducción de las grabaciones, obteniendo así la velocidad de recorrido.

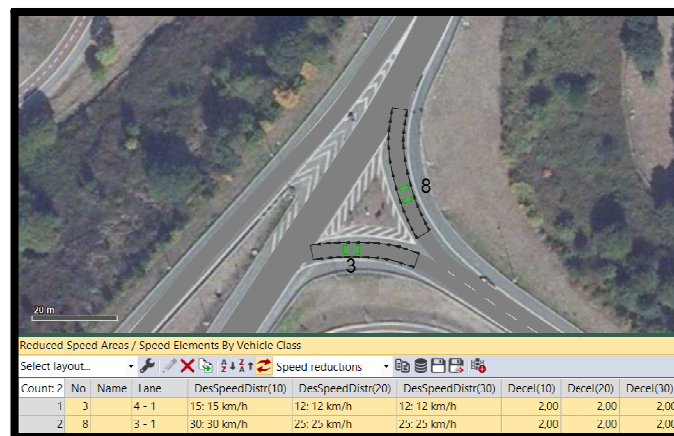


$$Vel [km/h] = \frac{Long. tramo [m]}{Tiempo empleado [s]} \times \frac{3600s}{1 hora} \times \frac{1km}{1000m}$$

Siguiendo la anterior fórmula y haciendo una media de los vehículos analizados, los resultados obtenidos son los siguientes:

- Giro a la derecha:  
Vehículos ligeros 30 km/h y vehículos pesados 25 km/h
- Giro a la izquierda:  
Vehículos ligeros 15 km/h y vehículos pesados 12 km/h

En este giro, se pueden comparar los datos obtenidos con la tabla de velocidades que tenemos en el apartado 2.1., en donde la velocidad media en un día laboral era de 14,3 km/h y un día festivo 17 km/h.



**7. Señalización de STOP:** Los vehículos que realizan el giro a izquierdas poseen una señalización horizontal de STOP.



Esta señal de detención obligatoria no es adoptada por todos los conductores, puesto que poseen la distancia necesaria para visualizar los vehículos que circulan por la N-639 y decidir si pueden realizar el giro o no antes de llegar al STOP.

Por lo tanto, para simular lo que actualmente ocurre se han contabilizado los vehículos que realizan el STOP en la hora punta llevada a estudio, obteniendo lo siguiente:

Vehículos ligeros	164
Vehículos pesados	24
Total	188
% veh. que realizan el STOP	27,98%

A la hora de trasladar estos datos al escenario se ha simulado una parada de transporte público, debido a que adoptar la señalización de STOP haría que todos los vehículos se parasen, no adaptándose a la realidad y dando unas colas exageradamente largas.

Por lo tanto, se ha habilitado una parada de transporte público en la zona donde se encuentra el STOP, con un tiempo de parada de 3 segundos.

Una vez hecho esto, se ha insertado el número de vehículos que realizan el STOP (separando vehículos ligeros y vehículos pesados), obteniendo la siguiente distribución de tiempos de paradas en una hora:

Vehículos ligeros									
Nº	Tiempo [s]	Nº	Tiempo [s]	Nº	Tiempo [s]	Nº	Tiempo [s]	Nº	Tiempo [s]
1	0	34	726	67	1452	100	2178	133	2904
2	22	35	748	68	1474	101	2200	134	2926
3	44	36	770	69	1496	102	2222	135	2948
4	66	37	792	70	1518	103	2244	136	2970
5	88	38	814	71	1540	104	2266	137	2992
6	110	39	836	72	1562	105	2288	138	3014
7	132	40	858	73	1584	106	2310	139	3036
8	154	41	880	74	1606	107	2332	140	3058
9	176	42	902	75	1628	108	2354	141	3080
10	198	43	924	76	1650	109	2376	142	3102
11	220	44	946	77	1672	110	2398	143	3124
12	242	45	968	78	1694	111	2420	144	3146
13	264	46	990	79	1716	112	2442	145	3168
14	286	47	1012	80	1738	113	2464	146	3190
15	308	48	1034	81	1760	114	2486	147	3212
16	330	49	1056	82	1782	115	2508	148	3234
17	352	50	1078	83	1804	116	2530	149	3256
18	374	51	1100	84	1826	117	2552	150	3278
19	396	52	1122	85	1848	118	2574	151	3300
20	418	53	1144	86	1870	119	2596	152	3322
21	440	54	1166	87	1892	120	2618	153	3344
22	462	55	1188	88	1914	121	2640	154	3366
23	484	56	1210	89	1936	122	2662	155	3388
24	506	57	1232	90	1958	123	2684	156	3410
25	528	58	1254	91	1980	124	2706	157	3432
26	550	59	1276	92	2002	125	2728	158	3454
27	572	60	1298	93	2024	126	2750	159	3476
28	594	61	1320	94	2046	127	2772	160	3498
29	616	62	1342	95	2068	128	2794	161	3520
30	638	63	1364	96	2090	129	2816	162	3542
31	660	64	1386	97	2112	130	2838	163	3564
32	682	65	1408	98	2134	131	2860	164	3586
33	704	66	1430	99	2156	132	2882		

Camiones	
Nº	Tiempo [s]
1	0
2	156
3	312
4	468
5	624
6	780
7	936
8	1092
9	1248
10	1404
11	1560
12	1716
13	1872
14	2028
15	2184
16	2340
17	2496
18	2652
19	2808
20	2964
21	3120
22	3276
23	3432
24	3588

Es necesario insertar la ruta que van a seguir estos vehículos, de manera que los insertaremos como movimiento número 1. A continuación se muestra la ruta y la posición de la parada.



**8. Entrada de vehículos:** El programa separa por un lado la entrada de vehículos y más adelante los movimientos/rutas de los vehículos. En este apartado se trasladan los datos de los vehículos que entran en la intersección, dentro de estos datos

también es necesario completar la composición de vehículos (Coches, autobuses y camiones).

- Primero, se crea la composición de los vehículos por entradas, en este caso se ha decidido separar los vehículos que abandonan la autovía A-8 en el giro a izquierdas y el giro a derechas, ya que la composición de vehículos no coincide. Por lo tanto, la composición de vehículos es la siguiente:

	Nº de vehículos				%		
	Totales	Veh. ligeros	Autobuses	Camiones	Veh. ligeros	Autobuses	Camiones
Entrada desde A-8 IZQUIERDA	672	592	6	74	88,1%	0,9%	11,0%
Entrada desde A-8 DERECHA	157	153	0	4	97,5%	0,0%	2,5%
Entrada desde Norte	168	160	1	7	95,2%	0,6%	4,2%
Entrada desde Sur	77	68	1	8	88,3%	1,3%	10,4%

A la hora de insertar la composición de vehículos, los datos deben de estar en tanto por uno. Además, también es necesario insertar la velocidad con la que entrarán antes de cruzar una señalización de velocidad (punto 3).

	Veh. ligeros [km/h]	Autobuses [km/h]	Camiones [km/h]
Entrada desde A-8 IZQUIERDA	85	80	80
Entrada desde A-8 DERECHA	85	80	80
Entrada desde Norte	60	50	50
Entrada desde Sur	60	50	50

- Una vez estudiada la composición de vehículos hay que insertar el número de vehículos que entran en la intersección, hay que tener en cuenta que en el giro a izquierdas (movimiento 1), el programa ya tiene insertado varios vehículos, los correspondientes a los que realizan el STOP. Por lo tanto, la entrada de vehículos es la siguiente:

		Entrada de vehículos
1	Entrada desde A-8 IZQUIERDA	$672 - 164 - 24 = 484$
2	Entrada desde A-8 DERECHA	157
3	Entrada desde Norte	168
4	Entrada desde Sur	77

A continuación se muestra en los puntos en donde se han insertado estos datos:



**9. Rutas estáticas de los vehículos:** Se procede a insertar la matriz de origen-destino de los vehículos, en este caso los datos insertados se harán mediante número de vehículos. En este caso también se tendrá en cuenta los vehículos introducidos en el apartado 7. Señalización de STOP.

Nº	Desde	Hasta	Nº veh.
1	1: Enlace A-8 -> N-639	11: N-639 (Norte ->Sur)	440
2	1: Enlace A-8 -> N-639	10: Enlace N-639 (desde Norte) -> A-8(Hacia Bilbao)	44
3	1: Enlace A-8 -> N-639	6: N-639 (Sur ->Norte)	157
4	7: N-639 (Norte ->Sur/A-8)	8: Enlace N-639(desde Norte) -> A-8(Hacia Santander)	5
5	7: N-639 (Norte ->Sur/A-8)	10: Enlace N-639(desde Norte) -> A-8(Hacia Bilbao)	133
6	7: N-639 (Norte ->Sur/A-8)	11: N-639 (Norte ->Sur)	30
7	6: N-639 (Sur ->Norte)	6: N-639 (Sur ->Norte)	52
8	6: N-639 (Sur ->Norte)	5: Enlace N-6399(desde Sur) ->A-8(Hacia Santander)	25

### 2.2.3. Resultados obtenidos

Una vez que se han introducido todos los datos, procedemos a evaluar los resultados.

**1. Colas generadas:** Para obtener los resultados de colas se sitúan dos medidores en los siguientes puntosde interés, que en este caso son los siguientes:



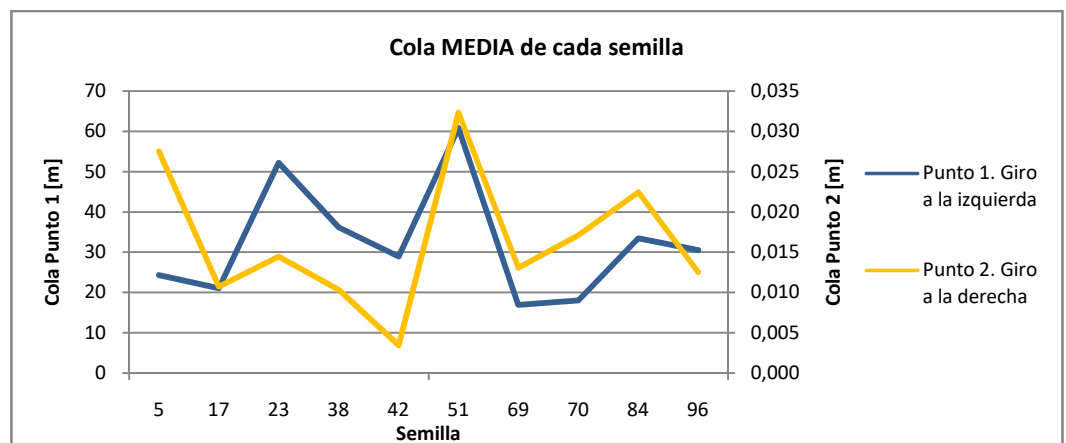


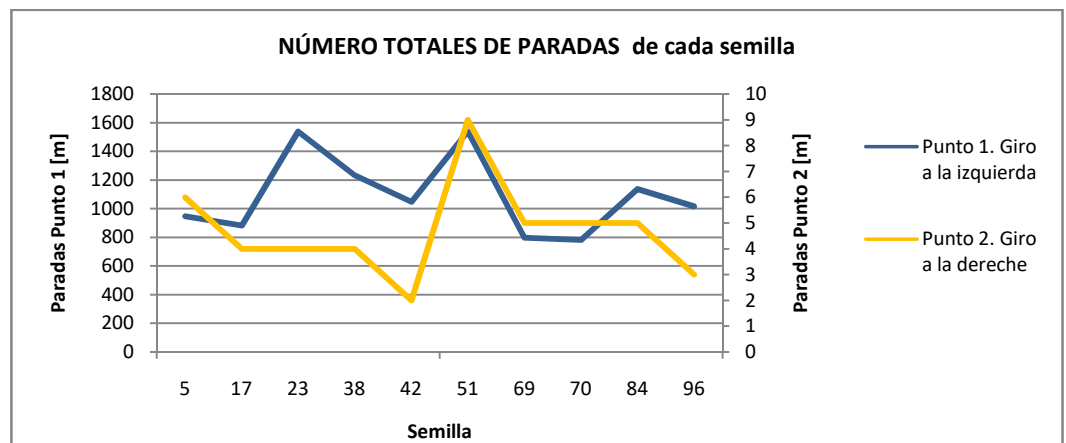
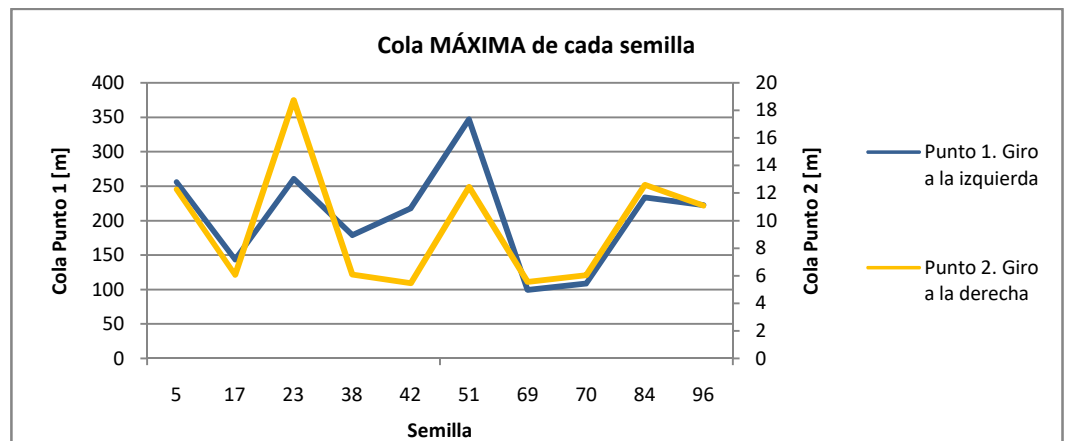
El contador principal es el número uno (vehículos que realizan el giro a izquierdas), pues estos son los que generan las retenciones (672 veh./h), en cambio en el giro a la derecha (punto 2) se produce menos tráfico (157 veh/h).

Para obtener unos datos adecuados del modelo, las simulaciones fueron ejecutadas en diez semillas distintas, seleccionadas de forma aleatoria. Al modificarse la semilla de la simulación se modifican los valores que adoptan las variables estocásticas, que representan las variaciones entre los distintos conductores y de un mismo conductor con el paso del tiempo.

También se modifica la entrada de vehículos a la red, aunque se mantiene la distribución de Poisson, y la composición de vehículos establecida.

En las gráficas que se muestran a continuación se exponen los datos de colas obtenidas en cada semilla, además del número totales de paradas.

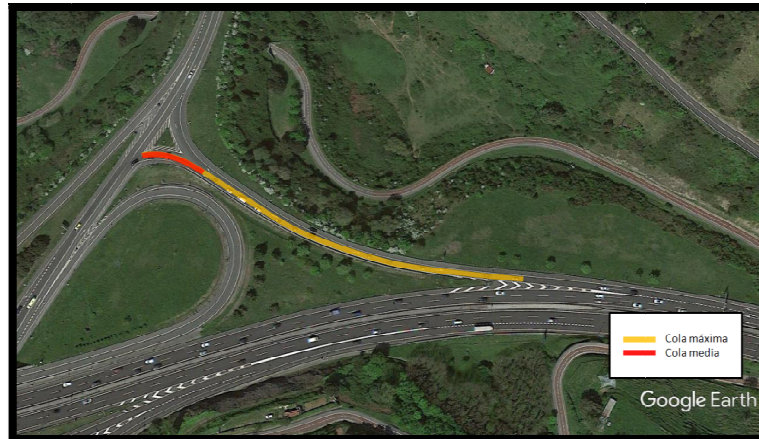




Los datos medios obtenidos son los siguientes:

Medidor	Cola media [m]	Cola Máxima [m]	Total paradas
1	32,24	207,05	1092
2	0,02	9,63	5

Por lo tanto, la cola media que se produce en el punto 1 es de 32,2 metros, mientras que la cola máxima es de 207 metros, esta distancia se ve reflejado en la imagen posterior.



Esto puede ser observado en alguna de las imágenes adquiridas en el trabajo de campo.



A continuación se procede a calcular la distancia de parada para determinar cuál es el punto donde se comienza a reducir la velocidad. La Norma 3.1. IC establece como distancia de parada lo siguiente:



### 3.2.1 DISTANCIA DE PARADA.

Se define como distancia de parada ( $D_p$ ) la distancia total recorrida por un vehículo obligado a detenerse ante un obstáculo inesperado en su trayectoria, medida desde su posición en el momento de aparecer el objeto que motiva la detención. Incluye la distancia recorrida durante los tiempos de percepción, reacción y frenado. Se estimará mediante la expresión:

$$D_p = \frac{V \cdot t_p}{3,6} + \frac{V^2}{254 \cdot (f_i + i)}$$

Siendo:

$D_p$  = Distancia de parada (m).

$V$  = Velocidad al inicio de la maniobra de frenado (km/h).

$f_i$  = Coeficiente de rozamiento longitudinal movilizado rueda-pavimento.

$i$  = Inclinación de la rasante (en tanto por uno).

$t_p$  = Tiempo de percepción y reacción (s).

A efectos de diseño se considerará como distancia de parada, la obtenida a partir del valor de la velocidad de proyecto ( $V_p$ ) del tramo considerado.

El coeficiente de rozamiento longitudinal movilizado ( $f_i$ ) en una maniobra de frenado para diferentes valores de la velocidad se obtendrá de la Tabla 3.1. Para valores intermedios de dicha velocidad se podrá interpolar linealmente en dicha tabla. El valor del tiempo de percepción y reacción será de dos segundos (2 s).

Donde;

$V$ = Velocidad al inicio de la maniobra de frenado. Se considera que los vehículos circulan a una velocidad de 100 km/h por la autovía.

$t_p$  = Tiempo de percepción y reacción, según establece la norma es de 2 segundos.

$i$  = Inclinación de la rasante. La inclinación en la zona donde se comienza a reducir la velocidad es de  $i=-0.033$ , tal y como se ha estimado en el apartado 2.3

$f_i$  = Coeficiente de rozamiento longitudinal movilizado rueda-pavimento. (Tabla 3.1.). Para una velocidad de 100 km/h este coeficiente será de 0,320.

TABLA 3.1.

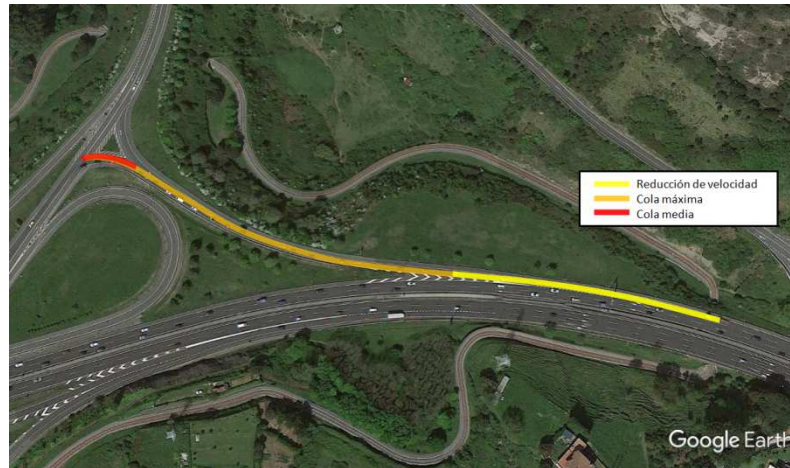
COEFICIENTE DE ROZAMIENTO LONGITUDINAL MOVILIZADO ( $f_i$ ) EN UNA MANIOBRA DE FRENADO.

V (km/h)	40	50	60	70	80	90	100	110	120	130	140
$f_i$	0,432	0,411	0,390	0,369	0,348	0,334	0,320	0,306	0,291	0,277	0,263

Por lo tanto;

$$D_p[m] = \frac{V \cdot tp}{3,6} + \frac{v^2}{254 \cdot (f_l + i)} = \frac{100 \text{ km/h} \cdot 2s}{3,6} + \frac{(100 \text{ km/h})^2}{254 \cdot (0,320 - 0,033)}$$

$$D_p = 192,73 \text{ metros}$$



En el momento de que la cola sea máxima la distancia necesaria para detener el vehículo es de 192,73 metros, (399,73 metros antes de llegar al cruce) obligando al conductor a reducir la velocidad mucho antes de entrar en el carril de deceleración, creando un problema de seguridad vial para los vehículos que circulan por la autovía.

## 2. Resultados globales de la simulación

A continuación se muestra los datos globales obtenidos de la simulación, aplicando las diez semillas y obteniendo de esta manera la siguiente información:

Retraso Medio por Vehículo (Segundos)	14,8
Número Medio de Paradas por Vehículo	0,8
Velocidad Media [km/h]	39,8
Retraso Medio de paradas por Vehículo (Segundos)	1,2
Distancia Total Recorrida [km]	557
Tiempo de Viaje Total [h]	50.899
Retraso Total (Horas)	16.209
Número de Paradas	867
Retraso Total de Paradas [h]	1.343
Número de Vehículos No Procesados en el Modelo	15
Número de Vehículos Procesados en el Modelo	1.075

Tiempo de retraso latente	123
Demanda latente	0
Total Demanda	1.090

Estos datos son obtenidos de una hora de simulación. Se obtiene que el retraso medio por vehículo es de 14,8 segundos, por lo tanto, si hacemos referencia a la siguiente tabla, obtenida del libro *Highway Capacity Manual*, esta tabla es utilizada para intersecciones con dos movimientos señalizados con STOP (TWSC=Two-Way Stop-Controlled intersections)

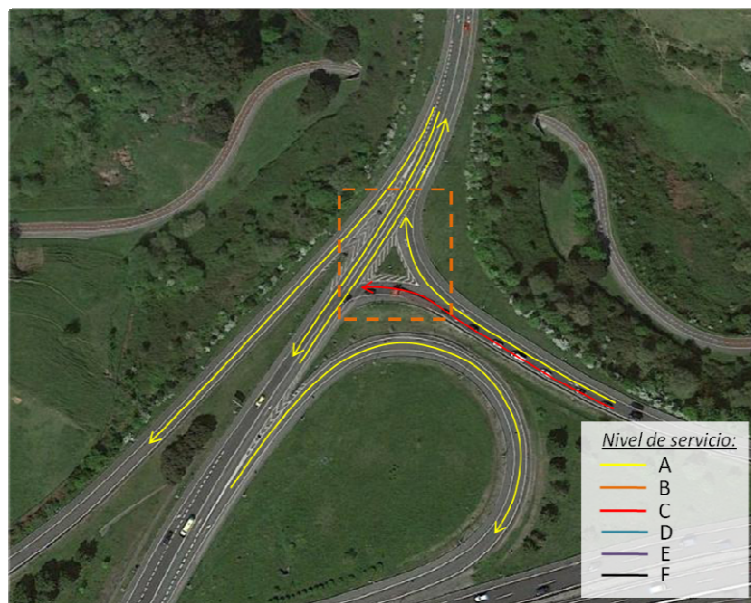
EXHIBIT 17-2. LEVEL-OF-SERVICE CRITERIA FOR TWSC INTERSECTIONS

Level of Service	Average Control Delay (s/veh)
A	0–10
B	> 10–15
C	> 15–25
D	> 25–35
E	> 35–50
F	> 50

Por lo tanto, obtenemos que el nivel servicio de la intersección es B.

**Nivel de servicio B:** Las demoras de operación están entre 10 y 15 segundos por vehículo, algunos vehículos comienzan a detenerse.

Además Vissim también nos muestra los niveles de servicio tanto para el cruce como para los carriles, estos son los niveles de servicio obtenidos:



## 2.3. Análisis mediante GPS

Se ha planteado un estudio mediante GPS de la zona en conflicto, la cual nos aporta información de la relación espacio/tiempo, además de datos sobre la altitud.

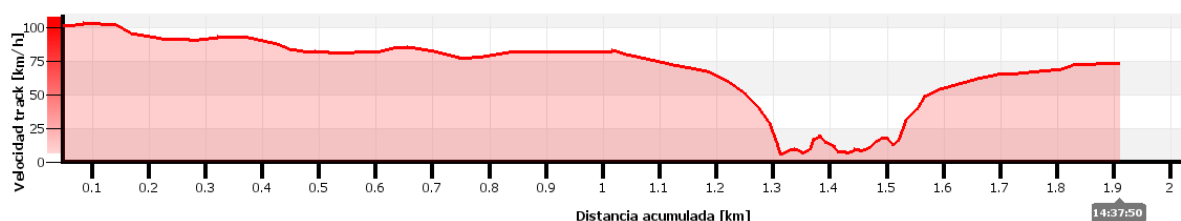
Los datos que a continuación se muestran son obtenidos el viernes 13 de abril a las 14:30 del mediodía, los cuales han sido procesados con el programa *CompeGPSLand Mapa*.

En la imagen adjunta se observa el recorrido señalizando mediante gradiente de color la variación de velocidad, siendo el color rojo el respectivo al de mayor velocidad y en azul el de menor.

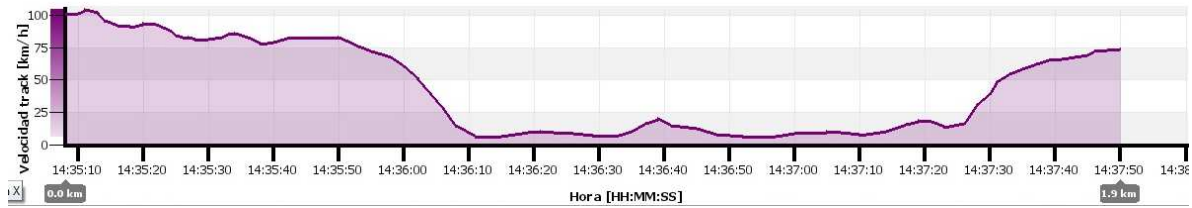


Tal y como se muestra en la imagen, el color azul hace referencia a velocidades menores a 30 km/h, una muestra más de la cola que se produce en esa zona.

A continuación se observan estos datos de manera gráfica:

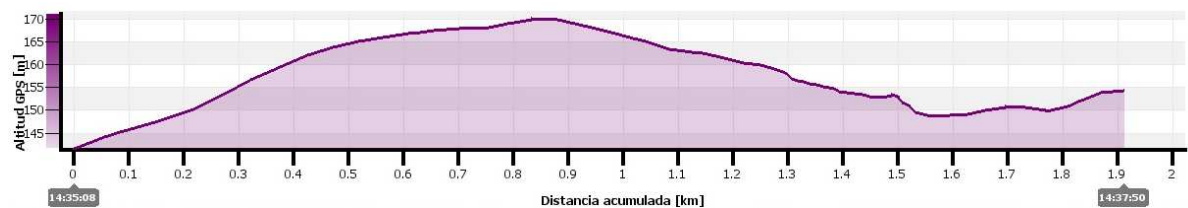






Se observa como en apenas 100 metros se reduce la velocidad en 50 km/h, además de un tiempo de 20 segundos y una distancia de 200 metros con una velocidad inferior a 20 km/h debido a la cola en ese momento.

En la siguiente gráfica se muestra la variación de altitudes en el recorrido.



Se aprecia como el primer tramo del recorrido es de pendiente positiva, esta es la correspondiente a la autovía, en donde en el km 0,9 del recorrido comienza a descender, metros antes de la desviación hacia la N-639.

Cálculo aproximado de las pendientes:

$$\%pendiente = \frac{\Delta altura}{\Delta distancia} \cdot 100$$

- Pendiente positiva:

$$\% = \frac{170m - 140m}{900m - 0m} \cdot 100 = +3,33\%$$

- Pendiente negativa:

$$\% = \frac{150m - 170m}{1500m - 900m} \cdot 100 = -3,33\%$$

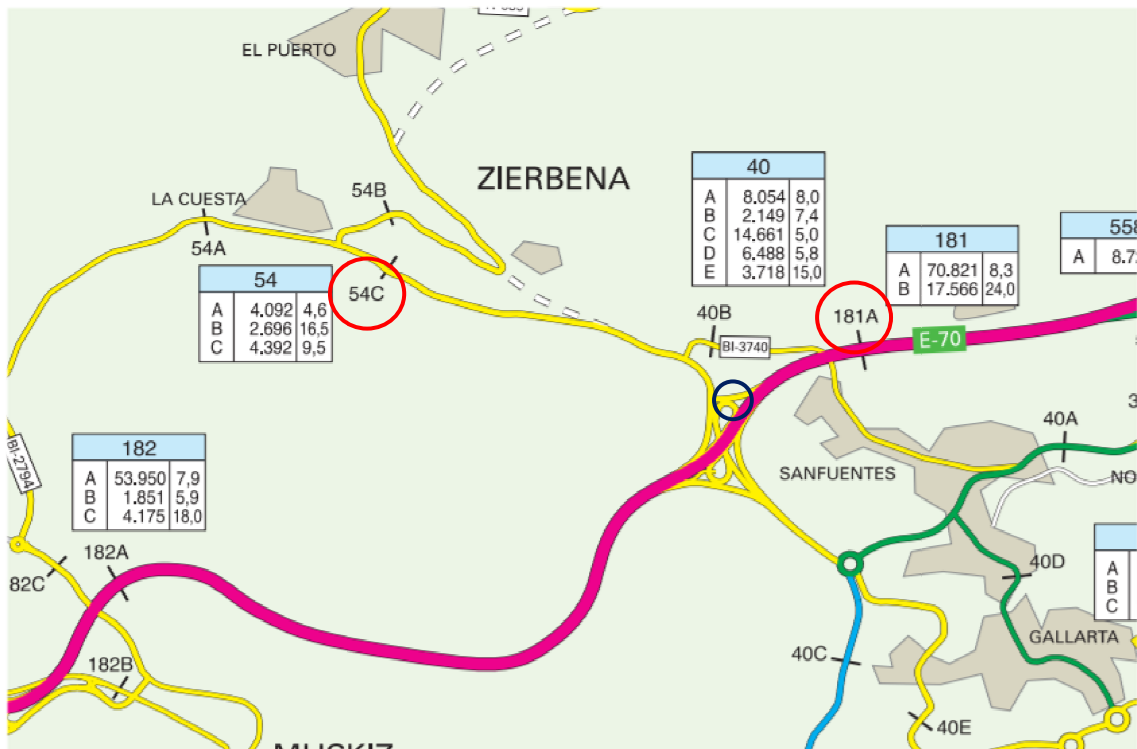
A continuación se muestran los datos generales obtenidos del análisis mediante GPS.

Distancia con alturas	1.951 km
Ascen.acum.	21 m
Altitud Máxima	170 m
V.Media Mov.	48 km/h
Duración	00:02:44
Tiempo parado	00:00:16
Energía	159,4 Kcal
<b>Distancias</b>	
Distancia proyectada	1.949 km
Distancia con alturas	1.951 km
Distancia lineal	1.474 km
Area	399178.8 m <sup>2</sup>
<b>Alturas</b>	
Track con altituds (3D):	Sí
Altitud Máxima	170 m
Altitud Mínima:	142 m
Altitud de la salida:	141 m
Altitud de la llegada:	154 m
Ganancia desde la salida	28 m
Desnivel salida-llegada	13 m
Desnivel máximo	28 m
Ascen.acum.	21 m
Desc.acum.	16 m
Max Pendiente	5.7 %
Min Pendiente	-3.4 %
<b>Velocidades</b>	
Velocidad media	43 km/h
V.Media Mov.	48 km/h
Velocidad máxima	86 km/h
Ritmo	1.5 min/km
Ritmo en movimiento	1.3 min/km
Velocidad Lineal Media	33 km/h
Max. Velocidad Vertical	93 m/min
Min. Velocidad Vertical:	-50 m/min

### 3. Evolución del tráfico

En este apartado se realizará un estudio de la evolución del tráfico en los últimos años, para ello se evaluarán los datos aportados por la Diputación Foral de Bizkaia y además, se comparará la información de los aforos de 2013 con los actualmente obtenidos.

A continuación se muestran los puntos en los que se va a analizar la evolución; en rojo, los correspondientes a los datos de la Diputación Foral de Bizkaia, y en negro, el respectivo al enlace A-8→N-639.



Para ello se tendrá en cuenta la norma para el dimensionamiento del firme de la Red de Carreteras del País Vasco, en la cual se detalla el cálculo de la tasa anual estimada de crecimiento:

Se puede tomar el parámetro  $r$  como el mayor de las medias de los cinco o de los tres últimos valores de crecimiento del tráfico recogidos en la serie histórica de los informes anuales de aforos. Si se desconoce la fecha de puesta en servicio del tramo se puede suponer que transcurrirán 3 años a partir de la fecha en que se redacte el proyecto (Véase Ejemplo 1).

Siguiendo esta indicación se tomará como año de puesta en servicio el año 2021.

Para ello se aplicarán las siguientes fórmulas para ver la variación en los últimos cinco años:

-Para Intensidades Medias Diarias:

$$r_j = \frac{IMD_i - IMD_{(i-1)}}{IMD_{(i-1)}} \times 100$$

-Para Intensidades Medias Diarias de vehículos pesados:

$$r_{pj} = \frac{IMD_{Pi} - IMD_{P(i-1)}}{IMD_{P(i-1)}} \times 100$$

Una vez que se obtengan la tasa de crecimiento óptima, se procederá a realizar el cálculo del tráfico futuro.

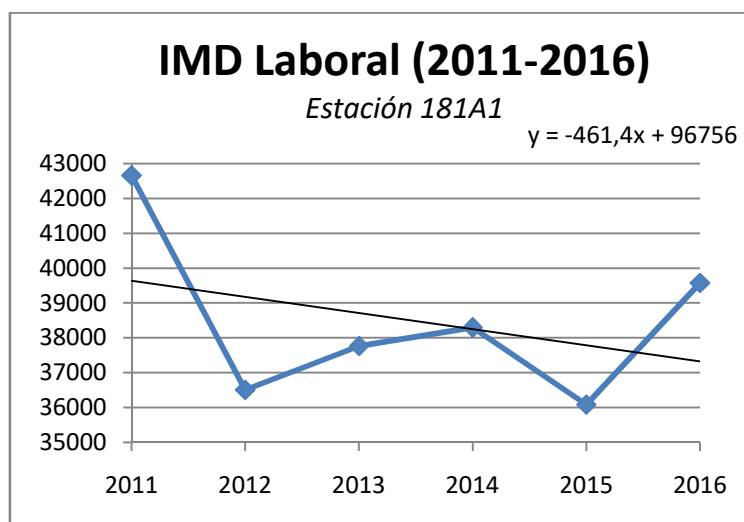
### 3.1. Evolución en Autovía A-8

El aforo seleccionado para estudiar la evolución de la autovía A-8 es el número 181A, en el cual también nos informa de los tráficos por cada sentido en los días laborales. A continuación se muestran estos datos:

- **Sentido BI-S (Estación 181A1)**

	IMD <sub>lab</sub>
2016	39575
2015	36087
2014	38294
2013	37769
2012	36507
2011	42658

	Tasa de crecimiento
2016-2015	9,67%
2015-2014	-5,76%
2014-2013	1,39%
2013-2012	3,46%
2012-2011	-14,42%
2016-2013	1,76%
2016-2011	-1,13%





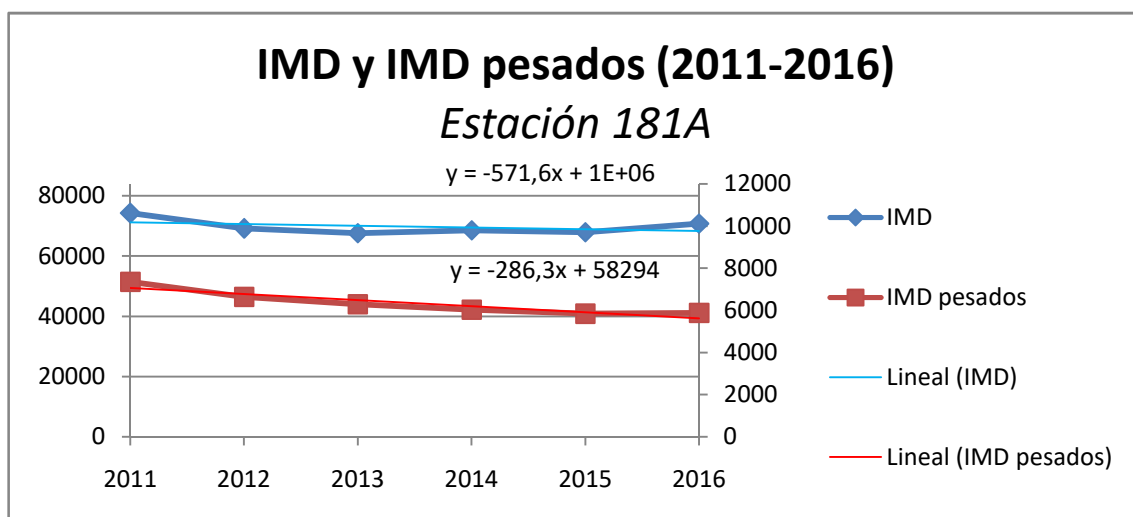
Se observa como la variación media desde el año 2011 ha sido descendiente con un -1,13%, en cambio en los últimos tres años, la variación media ha sido de 1,76%, mientras que la variación entre los años 2015-2016 ha sido de 9,67%.

• **Ambos sentidos (Estación 181A)**

Intensidad Media Diaria

	IMD	%pesados	IMD <sub>pes</sub>
2016	70821	8,3	5878
2015	67948	8,6	5844
2014	68606	8,8	6037
2013	67639	9,3	6290
2012	69170	9,6	6640
2011	74284	9,9	7354

	Tasa de crecimiento	
	IMD	IMD <sub>pes</sub>
2016-2015	4,23%	0,59%
2015-2014	-0,96%	-3,21%
2014-2013	1,44%	-4,02%
2013-2012	-2,22%	-5,28%
2012-2011	-6,88%	-9,71%
2016-2013	1,57%	-2,21%
2016-2011	-0,88%	-4,32%

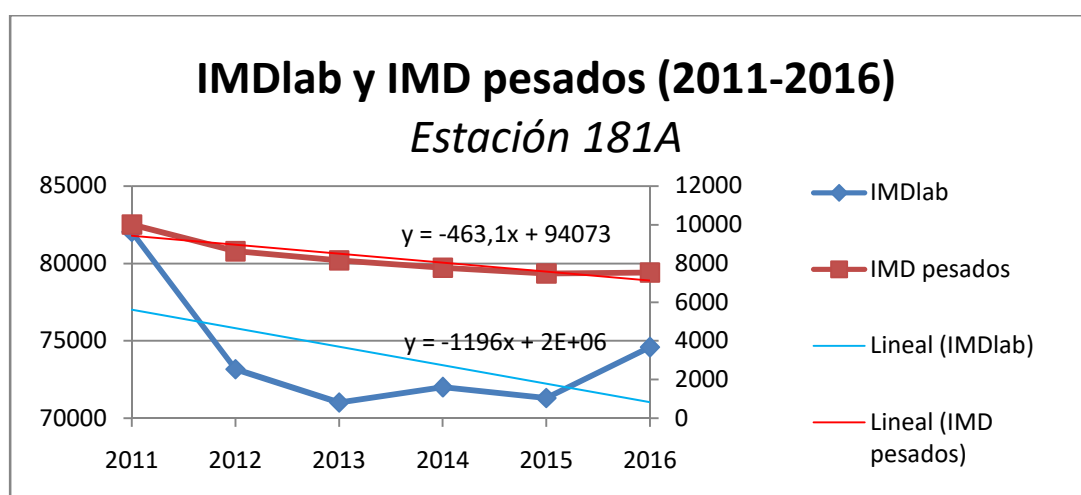


Intensidad Media Diaria Laboral

	Tasa de crecimiento	
	IMD <sub>lab</sub>	IMD <sub>p</sub>
2016-2015	4,59%	0,60%
2015-2014	-0,95%	-3,70%

	IMD <sub>lab</sub>	%pesados	IMD <sub>pes</sub>
2016	74590	10,1	7534
2015	71318	10,5	7488
2014	72004	10,8	7776
2013	71017	11,5	8167
2012	73180	11,8	8635
2011	82042	12,2	10009

2014-2013	1,39%	-4,78%
2013-2012	-2,96%	-5,42%
2012-2011	-10,80%	-13,73%
2016-2013	-1,75%	-5,41%
2016-2011	1,67%	-2,63%



En este caso, al igual que en los datos correspondiente al sentido BI-S, la variación media desde el año 2011 ha sido descendente, mientras que la variación entre los años 2015-2016 ha sido ascendente con una tasa de 4,23%, bastante menor que en el caso anterior.

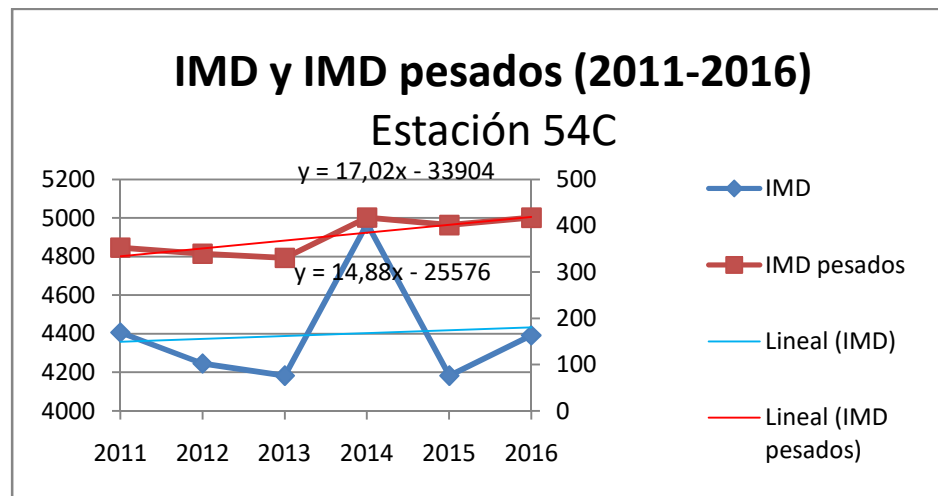
## 3.2. Evolución en N-639

La evolución de esta carretera ha sido medida por la estación de aforo 54C, señalizada en la figura superior. Los datos de este son:

### Intensidad Media Diaria

	IMD	%pesados	IMD <sub>pes</sub>
2016	4392	9,5	417
2015	4182	9,6	401
2014	4970	8,4	417
2013	4182	7,9	330
2012	4246	8	340
2011	4407	8	353

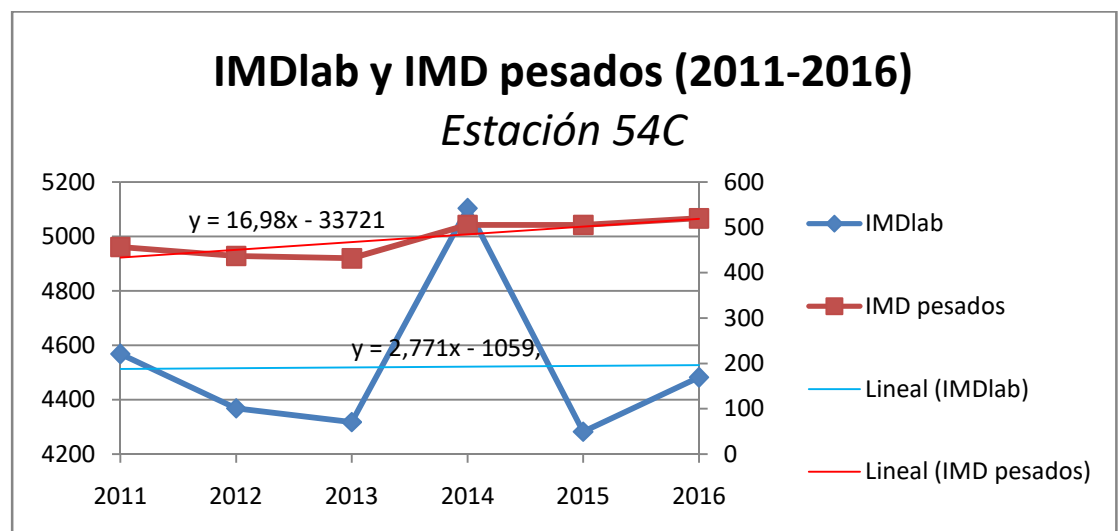
	Tasa de crecimiento	
	IMD	IMD <sub>p</sub>
2016-2015	5,02%	3,93%
2015-2014	-15,86%	-3,83%
2014-2013	18,84%	26,36%
2013-2012	-1,51%	-2,74%
2012-2011	-3,65%	-3,65%
2016-2013	2,67%	8,82%
2016-2011	0,57%	4,01%



#### Intensidad Media Diaria Laboral

	IMDlab	%pesados	IMDlab-pes
2016	4482	11,6	520
2015	4283	11,8	505
2014	5103	9,9	505
2013	4318	10	432
2012	4369	10	437
2011	4568	10	457

	Tasa de crecimiento	
	IMDlab	IMDp
2016-2015	4,65%	2,87%
2015-2014	-9,13%	6,47%
2014-2013	18,18%	17,00%
2013-2012	-1,17%	-1,17%
2012-2011	-4,36%	-4,36%
2016-2013	2,25%	6,64%
2016-2011	0,25%	2,88%



Según los datos de la carretera N-639 la variación desde el año 2011 ha sido ascendente, en cambio, la variación 2015-2016 ha sido descendente tanto en días laborales como en la media anual.

### 3.3. Evolución ramal de enlace entre A-8 y N-639

Analizando los datos de este ramal del año 2013 y los datos actuales, obtenidos mediante el trabajo de campo se estimará la correspondiente tasa de crecimiento, aplicando la fórmula;

$$I_{2018} = I_{2013} \cdot (1 + r)^{2018-2013}$$

De la cual se obtiene;

$$\text{Tasa de crecimiento } (r) = \sqrt[5]{I_{2018}/I_{2013}} - 1$$

	Año 2013	Actual	Tasa de crecimiento
<b>7:00-8:00</b>	398	672	11,04%
<b>14:00-15:00</b>	338	643	13,72%
<b>18:00-19:00</b>	384	660	11,44%

### 3.4. Conclusión

Una vez que se ha analizado por separado la autovía A-8, la N-639 y el ramal de enlace, se estimará una **tasa de crecimiento del 10%**, siendo éste el valor más próximo a las tasas de crecimiento más desfavorables obtenidas, agrupadas en la tabla inferior.

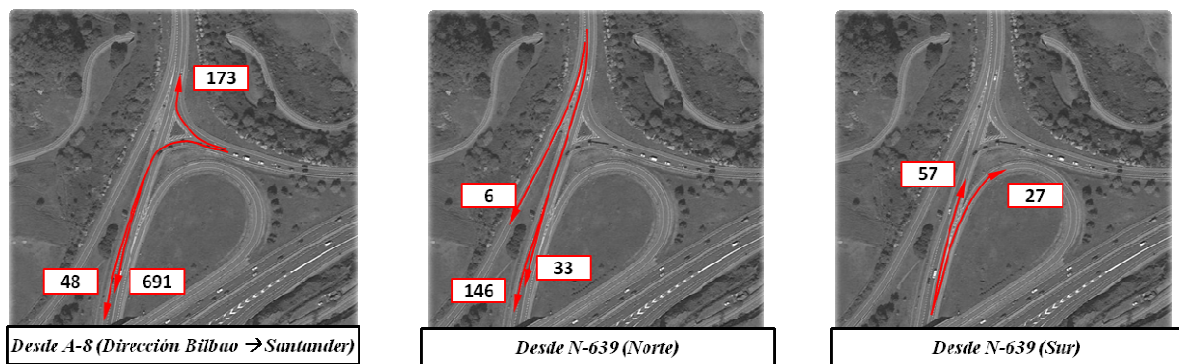
		IMD <sub>lab</sub>	IMD <sub>lab-pes</sub>	IMD	IMD <sub>pes</sub>
2016-2015	<b>181A1</b>	9,67%	-	-	-
	<b>181A</b>	4,59%	0,60%	4,23%	0,59%
	<b>54C</b>	4,65%	2,87%	5,02%	3,93%
2016-2013	<b>181A1</b>	1,76%	-	-	-
	<b>181A</b>	-1,75%	-5,41%	1,57%	-2,21%
	<b>54C</b>	2,25%	6,64%	2,67%	8,82%
2016-2011	<b>181A1</b>	-1,13%	-	-	-
	<b>181A</b>	1,67%	-2,63%	-0,88%	-4,32%
	<b>54C</b>	0,25%	2,88%	0,57%	4,01%

		Intensidad horaria		
		7:00-8:00	14:00-15:00	18:00-19:00
2018-2013	<b>Enlace</b>	11,04%	13,72%	11,44%

## 4. Análisis de la situación futura

Una vez estimada la tasa de crecimiento del 10%, se procederá a calcular los tráficos futuros previstos para el año de puesta en marcha del proyecto y se realizará el escenario futuro en el programa Vissim, para ello se aplicarán los cambios en el diseño de la carretera de acuerdo con la alternativa seleccionada en el Anejo I. Estudio de alternativas.

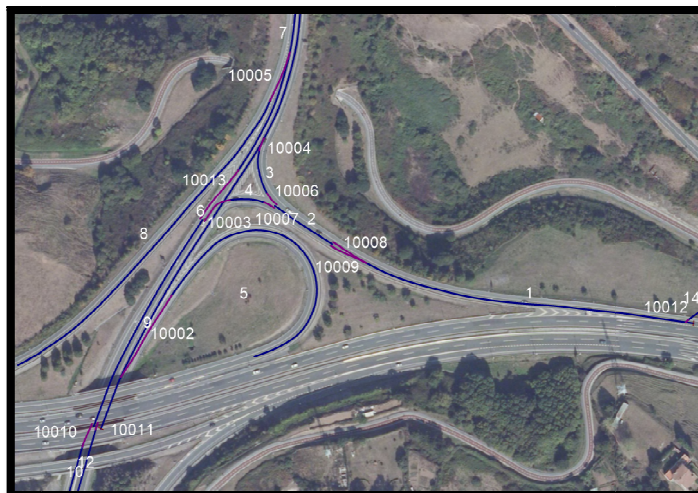
Estos serán los tráficos futuros en la hora punta matutina:



### 4.1. Entrada de los nuevos datos

A continuación se muestra los nuevos datos insertados para analizar la situación futura del proyecto.

1. **Insertar “Links”/ejes de carreteras:** Se inserta el siguiente esquema de carreteras:





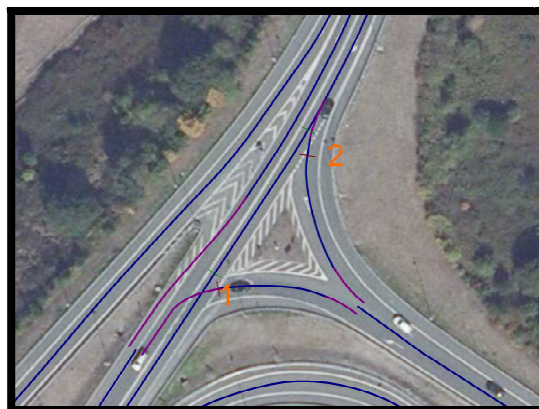
Nº	Nombre	Tipo de vía	Nº de carriles	Longitud [m]	Desde nº	Hasta nº	Ancho carril [m]
1	Enlace A-8 --> N-639	1: Urban (motorized)	1	232,1			3,5
2	Enlace A-8 --> N-639	1: Urban (motorized)	2	47,8			3
3	Enlace derecha A-8 --> N-639	1: Urban (motorized)	1	31,1			3,5
4	Enlace izquierda A-8 --> N-639	1: Urban (motorized)	1	25,2			3,5
5	Enlace N-639 (desde Sur) --> A-8 (Hacia Santander)	1: Urban (motorized)	1	211,4			3,5
6	N-639 (Sur -->Norte)	1: Urban (motorized)	1	336,6			3,5
7	N-639 (Norte -->Sur/A-8)	1: Urban (motorized)	1	132,0			3,5
8	Enlace N-639 (desde Norte) --> A-8 (Hacia Santander)	1: Urban (motorized)	1	255,3			3,5
9	N-639 (Norte -->Sur/A-8)	1: Urban (motorized)	2	161,7			3,5
10	Enlace N-639 (desde Norte) --> A-8 (Hacia Bilbao)	1: Urban (motorized)	1	40,1			3,5
12	N-639 (Norte -->Sur)	1: Urban (motorized)	1	51,7			3,5
10002	Carril de enlace	1: Urban (motorized)	1	66,8	6	5	
10003	Carril de enlace	1: Urban (motorized)	1	24,2	4	9	
10004	Carril de enlace	1: Urban (motorized)	1	9,3	3	6	
10005	Carril de enlace	1: Urban (motorized)	1	36,5	7	8	
10006	Carril de enlace	1: Urban (motorized)	1	10,4	2	3	
10007	Carril de enlace	1: Urban (motorized)	1	8,0	2	4	
10008	Carril de enlace	1: Urban (motorized)	1	27,2	1	2	
10009	Carril de enlace	1: Urban (motorized)	1	27,5	1	2	
10010	Carril de enlace	1: Urban (motorized)	1	17,2	9	10	
10011	Carril de enlace	1: Urban (motorized)	1	4,9	9	12	
10013	Carril de enlace	1: Urban (motorized)	1	42,7	7	9	

- 2. Velocidad de las vías:** Se establecerán las mismas restricciones velocidad excepto en la zona dónde se produce la intersección, en la cual se reducirá la velocidad la velocidad de 60 km/h a 50 km/h para los vehículos que circulen por la N-639 mediante bandas reductoras de velocidad para garantizar la seguridad.



Nº	Carril	Posición	Vel. Coches	Vel. Bus	Vel. Camión
1	1-1	107,97	60: 60 km/h	50: 50 km/h	50: 50 km/h
2	10008 - 1	10,37	30: 30 km/h	25: 25 km/h	25: 25 km/h
3	10009 - 1	11,50	30: 30 km/h	25: 25 km/h	25: 25 km/h
4	6-1	234,04	50: 50 km/h	40: 40 km/h	40: 40 km/h
5	7-1	132,05	50: 50 km/h	40: 40 km/h	40: 40 km/h
7	8-1	17,75	50: 50 km/h	40: 40 km/h	40: 40 km/h
8	8-1	165,59	80: 80 km/h	70: 70 km/h	70: 70 km/h
9	5-1	22,28	40: 40 km/h	30: 30 km/h	30: 30 km/h
10	9-1	151,52	40: 40 km/h	30: 30 km/h	30: 30 km/h
11	9-2	151,85	50: 50 km/h	40: 40 km/h	40: 40 km/h
12	6-1	87,99	50: 50 km/h	40: 40 km/h	40: 40 km/h

- 3. Señalización “Ceda el paso”:** A continuación se muestran los cedas el paso que existirán en la situación futura.



Nº	Carril PARAR	Carril al que CEDEN	MinGapTime [s]	MinHdwy [m]	MaxSpeed [km/h]
1	10003: Carril de enlace	6: N-639 (Sur -->Norte)	4	7	180
2	3: Enlace derecha A-8 --> N-639	6: N-639 (Sur -->Norte)	3	5	180

En este caso en el punto 1, se eliminará el ceda correspondiente al carril en sentido Norte-Sur, puesto que no es necesario que los vehículos que quieran hacer el giro a izquierdas cedan a los de ese carril, teniendo un carril central de incorporación.

- 4. Áreas de conflicto:** Se mantiene lo aplicado en el escenario actual.



- 5. Áreas de velocidad reducida:** Se mantendrá la velocidad reducida actual de los vehículos, tanto en el giro a derechas como a izquierdas.
- 6. Señalización de STOP:** Se estimará el porcentaje de vehículos que realizan la señalización de STOP que actualmente es de un 27,98%. Se considera que actualmente los vehículos tienen que visualizar los dos sentidos de la carretera a la que van a acceder, llevando a cabo la propuesta seleccionada los vehículos únicamente tendrán que focalizar la vista en los vehículos procedentes desde N-639 (Sur), aun así, se aplicará el mismo porcentaje para estar del lado de la seguridad. Considerando esto, los vehículos que realicen el STOP serán:

Vehículos ligeros	180
Vehículos pesados	26
Total	206
% veh. que realizan el STOP	27,98%

En este caso también se añadirán estos datos al movimiento 1 y se mantendrá un tiempo de parada de 3 segundos.

**7. Entrada de vehículos:** Se mantiene los porcentajes de las composiciones de vehículos, no en cambio los números de entrada de vehículos. La datos introducidos son los siguientes:

		Entrada de vehículos
1	Entrada desde A-8 IZQUIERDA	739 - 180 - 26 = 533
2	Entrada desde A-8 DERECHA	173
3	Entrada desde Norte	185
4	Entrada desde Sur	84



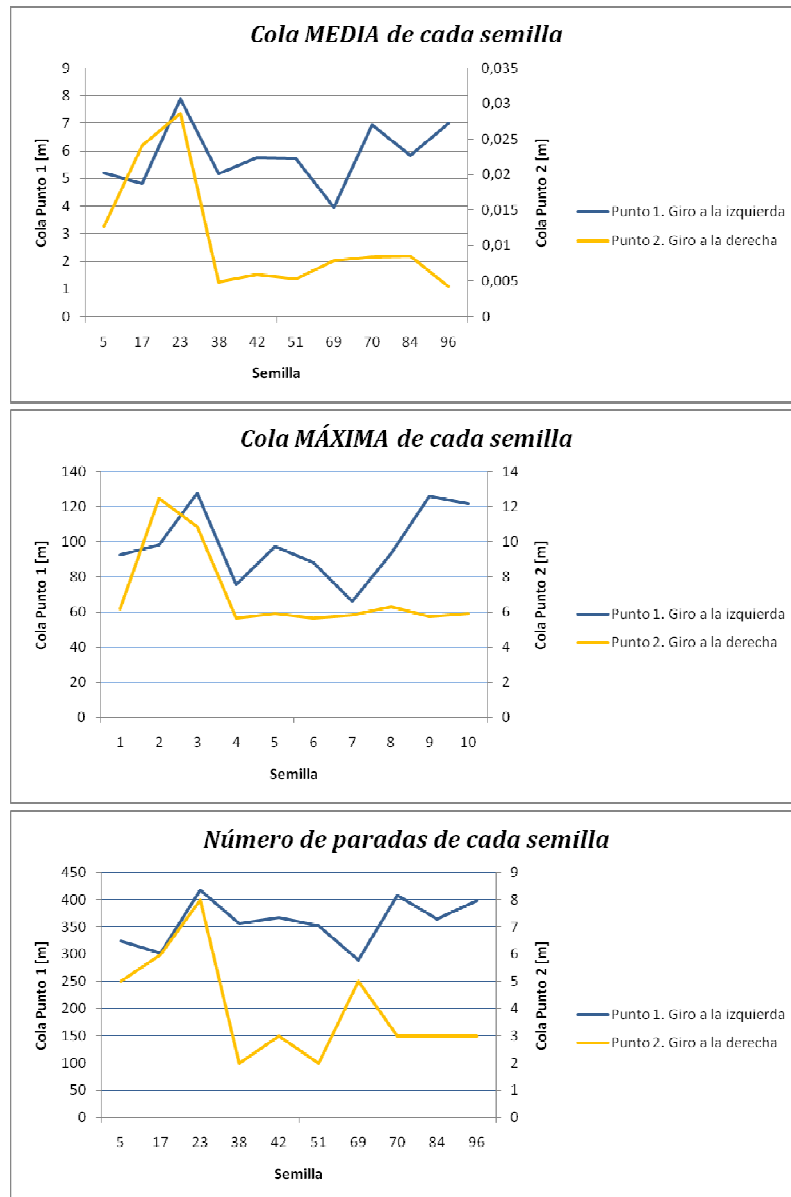
**8. Rutas estáticas de los vehículos:** Se procede a insertar la matriz de origen-destino de los vehículos en la situación futura.

Nº	Desde	Hasta	Nº veh.
1	1: Enlace A-8 -> N-639	11: N-639 (Norte ->Sur)	485
2	1: Enlace A-8 -> N-639	10: Enlace N-639(desde Norte) -> A-8(Hacia Bilbao)	48
3	1: Enlace A-8 -> N-639	6: N-639 (Sur ->Norte)	173
4	7: N-639 (Norte ->Sur/A-8)	8: Enlace N-639(desde Norte) -> A-8(Hacia Santander)	6
5	7: N-639 (Norte ->Sur/A-8)	10: Enlace N-639(desde Norte) -> A-8(Hacia Bilbao)	146
6	7: N-639 (Norte ->Sur/A-8)	11: N-639 (Norte ->Sur)	33
7	6: N-639 (Sur ->Norte)	6: N-639 (Sur ->Norte)	57
8	6: N-639 (Sur ->Norte)	5: Enlace N-639 (desde Sur) ->A-8(Hacia Santander)	27

## 4.2. Resultados obtenidos

Se procede a realizar el análisis de la situación futura.

**1. Colas generadas:** Se mantienen los medidores situados en el escenario actual y se obtienen los resultados de colas y paradas de cada semilla:



Los datos medios obtenidos son los siguientes:

Medidor	Cola media [m]	Cola Máxima [m]	Total paradas
1	5,82	98,76	358
2	0,01	7,04	4

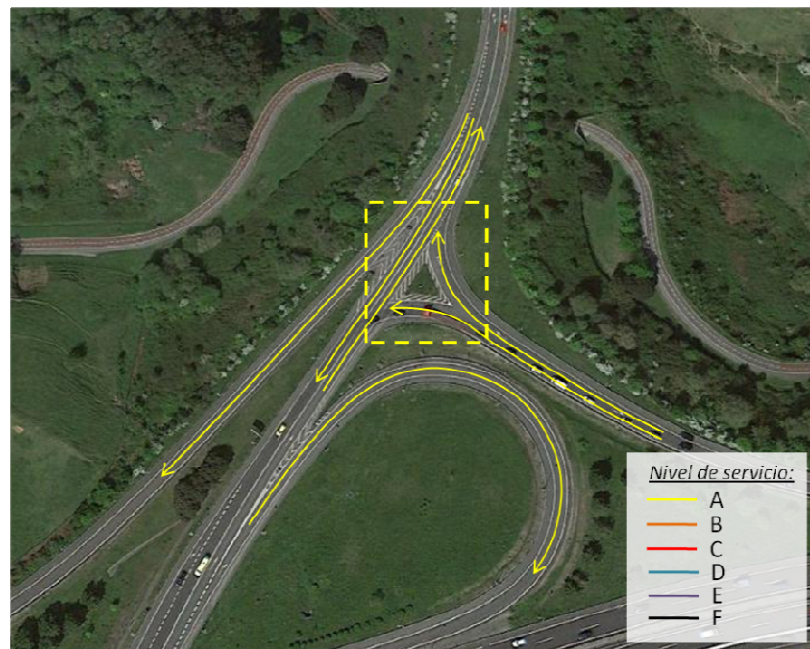


**2. Resultados globales:** La información obtenida se muestra en la tabla posterior.

Retraso Medio por Vehículo (Segundos)	6,8
Número Medio de Paradas por Vehículo	0,2
Velocidad Media [km/h]	46,4
Retraso Medio de paradas por Vehículo (Segundos)	0,3
Distancia Total Recorrida [km]	611
Tiempo de Viaje Total [h]	47.534
Retraso Total (Horas)	8.140
Número de Paradas	243
Retraso Total de Paradas [h]	377
Número de Vehículos No Procesados en el Modelo	13
Número de Vehículos Procesados en el Modelo	1.182
Tiempo de retraso latente	113
Demanda latente	0
Total Demanda	1.195

El retraso medio por vehículo es de 6,8 segundos, valor menor a 10 seg., por lo tanto nos encontramos en un nivel de servicio en el cruce de A.

Estos son los niveles de servicio respectivos a cada carril:



## 5. Mejoras realizadas

Para concluir, se observan las siguientes mejoras:

- Reducción de las colas en más de un 50%, mejorando en gran medida la seguridad para los conductores de la autovía A-8, permitiendo tener el espacio suficiente para reducir la velocidad.
- Mejora del nivel de servicio, tanto como del cruce como del carril correspondiente al giro a la izquierda.
- Crear mayor fluidez del cruce, reduciendo el tiempo de espera. Como consecuencia, se producirá una reducción de emisiones contaminantes a la atmósfera.