

GRADO EN INGENIERÍA CIVIL
TRABAJO FIN DE GRADO

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

MEMORIA

Alumna: Ramos Gómez, Nerea

Director: Pérez Acebo, Heriberto

Curso: 2017-2018

Fecha: Bilbao, 23 de Julio de 2018

ÍNDICE:

1. INTRODUCCIÓN	1
2. ANTECEDENTES	2
3. OBJETO DEL PROYECTO	3
4. SITUACIÓN Y EMPLAZAMIENTO	4
5. ESTUDIO DE ALTERNATIVAS	5
6. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO	7
6.1. DESCRIPCIÓN GENERAL DE LA OBRA.....	7
6.2. CARTOGRAFÍA Y TOPOGRAFÍA.....	7
6.3. TRAZADO	7
6.4. GEOLOGÍA Y GEOTECNIA	8
6.5. TRÁFICO	9
6.6. FIRME	14
6.7. DRENAJE.....	15
6.8. SERVICIOS AFECTADOS.....	16
6.9. MOVIMIENTO DE TIERRAS.....	16
6.10. PRESUPUESTO	17

1. Introducción

Se presenta el “Proyecto de acondicionamiento de la intersección entre el ramal de salida de la A-8 y la N-639 en Zierbena (Bizkaia)” como Trabajo de Fin de Grado de Ingeniería Civil de la alumna Nerea Ramos Gómez de la Escuela de Ingeniería de Bilbao.

Este proyecto se ha realizado bajo la dirección de D. Heriberto Pérez Acebo, profesor del departamento de Ingeniería Mecánica.

2. Antecedentes

La intersección analizada se caracteriza por tener una tipología en T con prioridad absoluta para los vehículos respectivos a la N-639, obligando a los vehículos que acceden desde la autovía A-8 a ceder el paso, y en el caso del giro a izquierdas, también a detenerse.

El flujo de vehículos que realizan el giro a izquierdas es de gran magnitud, esto hace que se produzcan largas colas refluyendo hasta la autovía, generando retenciones en la misma y caracterizando un grave problema de seguridad vial al no disponer de la distancia de visibilidad mínima para detener el vehículo.

3. Objeto del proyecto

El presente proyecto tiene por objeto la definición y valoración de las obras necesarias para el acondicionamiento y mejora de dicha intersección, proyecto un carril específico para los vehículos que realizan el giro a izquierdas.

Dentro del ámbito del proyecto se incluye:

- La definición geométrica del trazado de la solución adoptada.
- El firme y pavimento empleado en las distintas vías.
- Los datos básicos para el replanteo de la obra.
- La señalización, balizamiento y barreras de seguridad.
- Las medidas de protección ambientales y adecuación paisajística.
- Las condiciones para la ejecución de las obras y las medidas de seguridad.
- El análisis de las obras incluyendo una programación de las mismas que garantice su viabilidad.
- El presupuesto de las obras.
- El plazo de ejecución.

4. Situación y emplazamiento

El emplazamiento del “Proyecto de acondicionamiento de la intersección entre el ramal de salida de la A-8 y la N-639 en Zierbena (Bizkaia)” se encuentra en el término municipal de Zierbena, en concreto en la intersección entre la N-639 con la A-8.

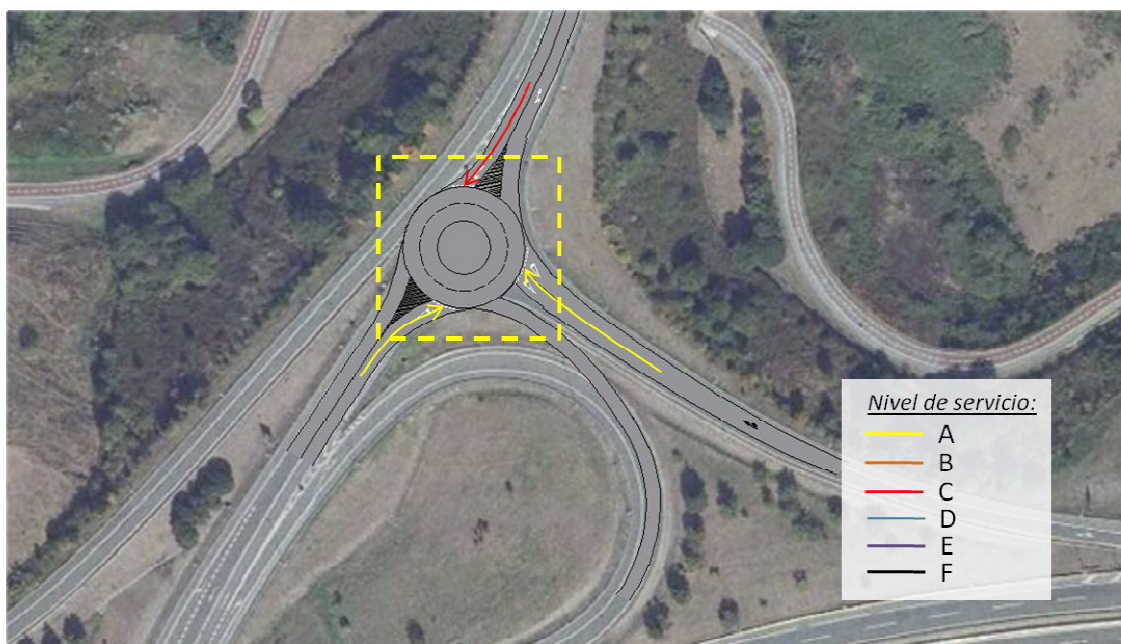
El ramal de salida de la A-8 se encuentra a la altura del PK 132 + 000.

5. Estudio de alternativas

El estudio de alternativas ha sido realizado mediante un análisis exhaustivo de simulación microscópica para cada propuesta, realizando una comparación de los datos obtenidos y seleccionando la opción más apropiada.

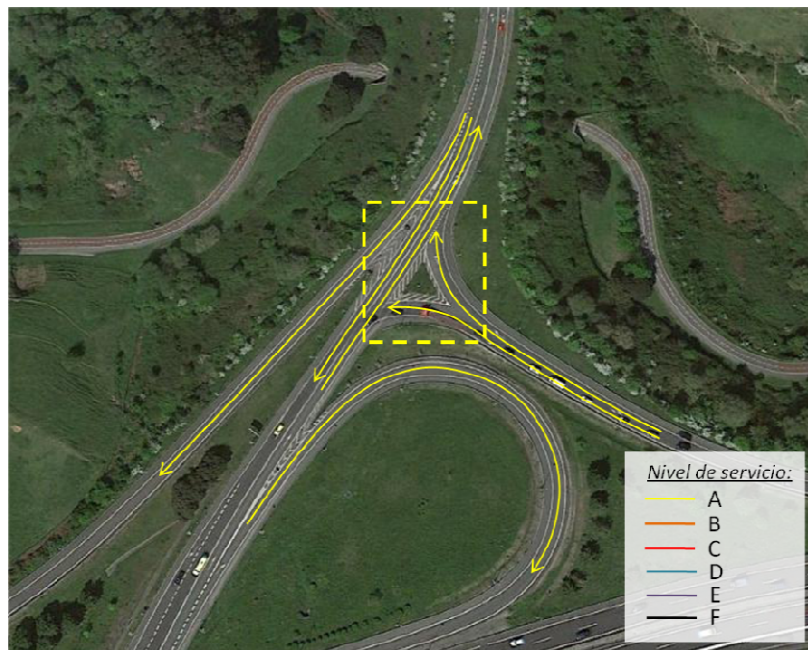
Una de las alternativas planteadas es la creación de una rotonda en la intersección de 34 metros de radio, con doble carril de entrada desde el desvío de la A-8 y eliminando una de las salidas hacia la A-8, dirección Santander.

Esta alternativa genera los siguientes niveles de servicio:



Mediante esta solución, se genera una mejora notable del carril en donde se producen colas, pero a su vez, hace que se generen nuevas colas en los vehículos de la N-639 dirección Sur. Esto se produce como consecuencia del flujo mayoritario en la rotonda (giro a la izquierda), este movimiento impide que los vehículos entren en la rotonda con fluidez.

La segunda alternativa, y la elegida para este proyecto, es la opción de crear un carril central de incorporación a la N-639, manteniendo a su vez el doble carril sentido Norte→Sur hasta la desviación hacia la A-8 (Bilbao). De esta manera, los vehículos que quieran realizar el giro a izquierdas unicamente tendrán que ceder el paso a los vehículos que vienen por la N-639, sentido Sur→Norte.



Estudiada esta alternativa se consigue mejorar los niveles de servicio, además de reducir las colas y mantener el flujo principal de la carretera N-639.

6. Descripción del proyecto

6.1. Descripción general de la obra

El presente proyecto consiste en la mejora de la intersección entre la carretera N-639 y el ramal de salida de la A-8, reduciendo la cola generada por los vehículos que realizan el giro a izquierdas.

El análisis de la situación actual mediante el programa Vissim arroja unos resultados de longitudes de cola en la intersección. La alternativa elegida resuelve tanto el problema de seguridad vial en la autovía como la reducción de longitud de cola y los tiempos de demoras.

Se modifica la intersección en T generando un carril central de incorporación y alargando el doble carril de circulación hasta el desvío hacia la autovía A-8 (Bilbao). Para la creación de este nuevo carril ha sido necesario modificar el carril anexo a la N-639 desplazándolo hacia el exterior para permitir el ensanchamiento de calzada.

El proyecto se completa con otras actuaciones asociadas a modificaciones en la señalización vertical y horizontal, al balizamiento de la carretera y a la ejecución del nuevo firme.

6.2. Cartografía y topografía

Para la redacción del proyecto se ha utilizado la cartografía cedida por el Ayuntamiento de Abanto-Zierbena, además de la cartografía obtenida desde el servidor de la Diputación Foral de Bizkaia.

6.3. Trazado

El trazado actual discurre a lo largo de la N-639 a su paso por la autovía A-8 en la altura de Zierbena. Posee una calzada con carriles de doble sentido de circulación de 3,5 metros, además un arcén derecho de 2,4 metros y arcén izquierdo de 2,1. Se mantendrán estas dimensiones para crear una adecuada continuidad de la calzada.

Respecto al ramal de salida hacia la autovía, se trata de una calzada con un único carril de circulación de 4 metros de ancho y un arcén de 2,4 metros, en dónde también se han respetado las medidas del trazado anterior.

Tanto el trazado en planta, como en alzado, la sección transversal y peraltes han sido definidos de acuerdo a las especificaciones de la “Instrucción de Carreteras, Norma 3.1.-IC. Trazado” de la Dirección

General de Carreteras del Ministerio de Fomento, para una carretera con clasificación C-50 en la zona de la intersección.

6.4. Geología y geotecnia

La zona de estudio se encuentra en el norte de la península ibérica, que corresponde con la cobertera Meso-Cenozoica de la cordillera pirenaica.

En concreto, la región sometida a estudio se encuentra en la Cuenca Vasco-Cantábrica, cuenca sedimentaria marina de grandes dimensiones que se generó a finales del Jurásico sobre corteza continental hercínica previamente adelgazada.

El subsuelo en la zona de estudio está conformado por un basamento de edad Cretácico Inferior (Albiense Inferior y Medio), representado en tono verde. La unidad geológica presente viene denominada por la cartografía geológica EVE, como unidad 12, definida como Lutitas (limolitas) calcáreas con pasadas areniscosas.

En la siguiente figura (Fig. 8) se muestra un perfil longitudinal de la zona llevada a estudio, señalizado como carretera C-639:

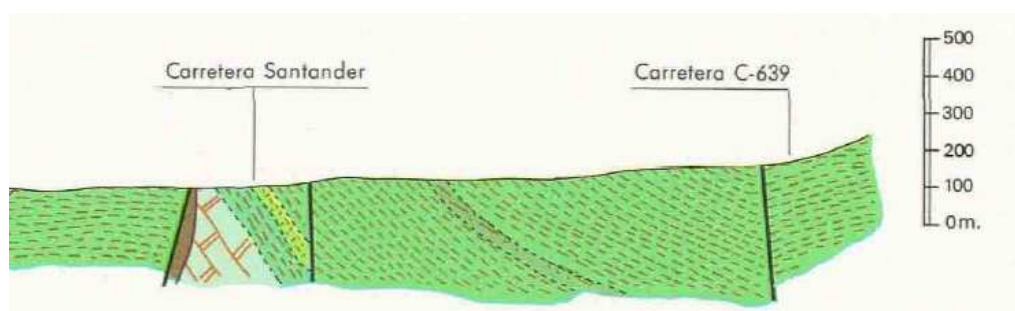


Fig. 1 Perfil longitudinal de la zona de estudio. Fuente: EVE (Ente Vasco de la Energía)

Para este tipo de material se puede considerar según estudios realizados con anterioridad, una resistencia a compresión simple de 20MPa (200 kg/cm²). A efectos de estabilidad del relleno, la pendiente de los taludes está condicionada por su altura y por las características resistentes del material disponible para su construcción, desde el punto de vista geotécnico, para rellenos de hasta 12 metros de altura, tal y como es la máxima prevista en el trazado proyectado, se considera admisible la ejecución de taludes 3(H):2(V), incluso si se construyen con material tipo terraplén.

Estas condiciones se han deducido suponiendo para el material tipo "terraplén" unos parámetros resistentes que a continuación se exponen, de acuerdo con las recomendaciones recogidas en el manual NAVFAC DM-7.

$$c = 1,3 \text{ Tn/m}^2 \text{ (relleno saturado)}$$

$$c = 8,0 \text{ Tn/m}^2 \text{ (rellenos compactados)}$$

$$\phi = 30^\circ$$

Las medidas a adoptar para que el plano de apoyo de los rellenos se configure como un pleno preferente de debilidad, serán suficientes para evitar roturas a través del terreno de apoyo, dado que con las medidas que se recomiendan a continuación, éste se hallará constituido de suelos de elevada resistencia y, en menor medida, por rocas.

Las medidas que se ha considerado recomendable adoptar para el tratamiento del plano de apoyo, en el caso del recrecido de los rellenos actuales de la carretera, para la ampliación de la explanada y la unión con los nuevos rellenos, deberá procederse al saneo y escalonado de los taludes existentes, en sus dos metros más próximos a la superficie del talud, tal y como se muestra gráficamente en el siguiente croquis: (Fig.12)

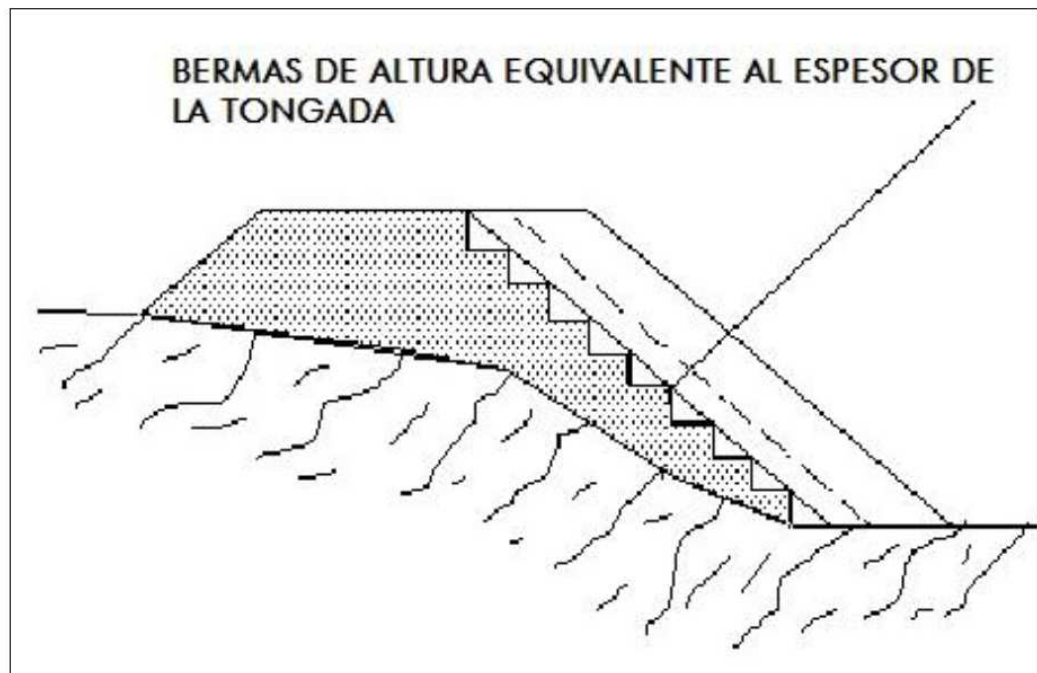


Fig. 2 Croquis

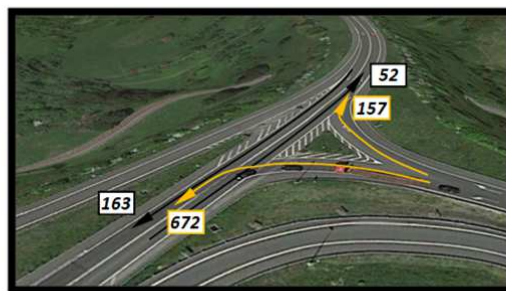
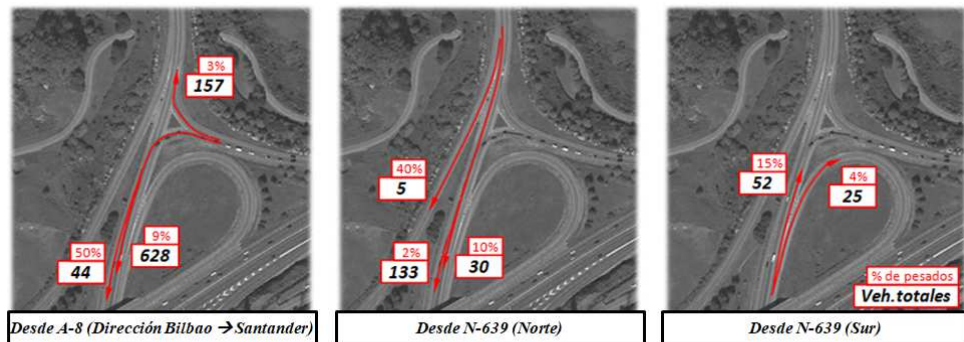
6.5. Tráfico

Para el estudio del tráfico se han obtenido las horas punta más desfavorables mediante aforos de variación diaria de tráfico de un día tipo laboral y un día tipo festivo, para las cuales se han seleccionado las siguientes:

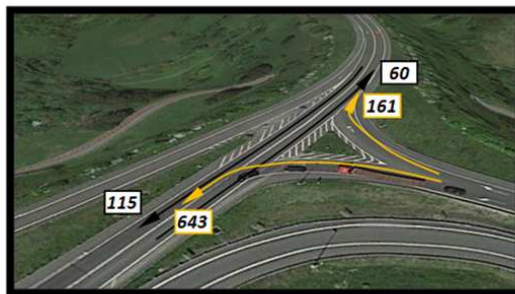
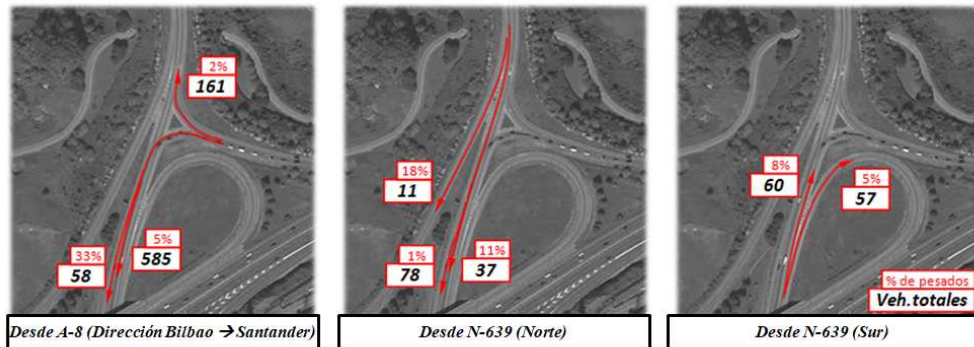
- Por la mañana, el conteo se hará de **7:30 – 8:30**, un desfase de media hora respecto a lo obtenido debido a que en el intervalo de 8:00 – 9:00 la intensidad horaria también es elevada (357 vehículos).
- Por el mediodía, el conteo será de **13:45 – 14:45**. A pesar de ser la hora punta con menos intensidad 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**.

Una vez seleccionadas las horas punta más desfavorable se han obtenido los siguientes conteos, realizados mediante grabación.

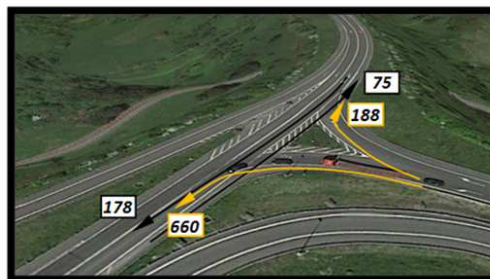
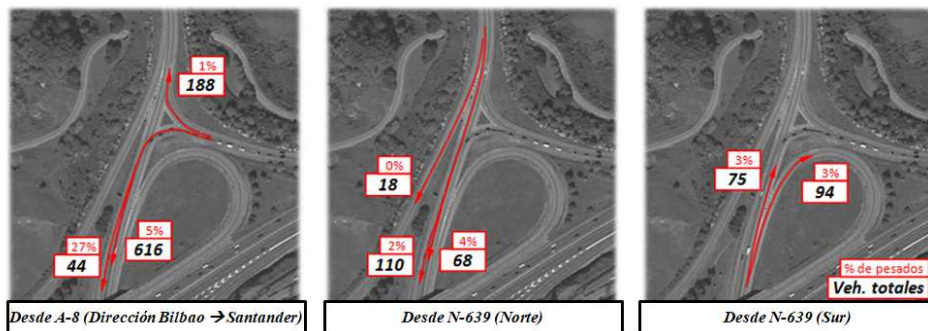
- **Mañana** (7:30 – 8:30)



- **Mediodía** (13:45 – 14:45)

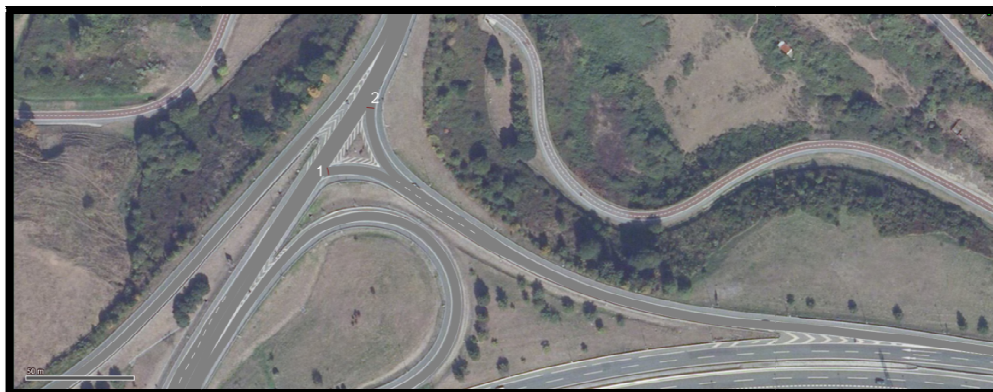


- **Tarde** (18:00 – 19:00)



Se ha procedido a realizar una simulación microscópica de la situación actual en donde se representen de manera numérica la longitud de cola obtenida, además de resultados globales, en donde se ha obtenido la siguiente información:

- Resultados de longitud de cola:



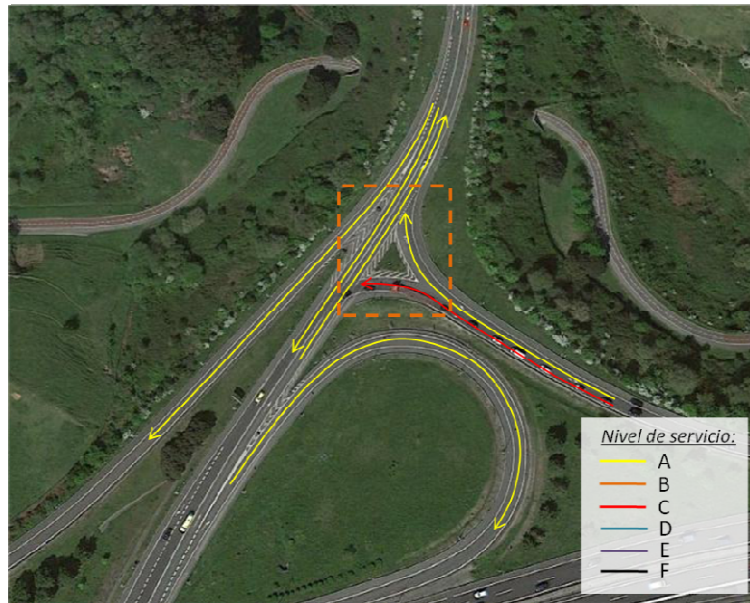
Medidor	Cola media [m]	Cola Máxima [m]	Total paradas
1	32,24	207,05	1092
2	0,02	9,63	5



- Resultados globales:

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]	50.89 9
Retraso Total (Horas)	16.20 9
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



Para realizar la simulación del proyecto, se ha estimado una tasa de crecimiento del 10%, esta tasa se ha obtenido mediante los puntos de aforo de la Diputación Foral de Bizkaia.

Por lo tanto, con un aumento de tráfico del 10% y la alternativa de solución al problema propuesta en este proyecto se obtienen los siguientes resultados:

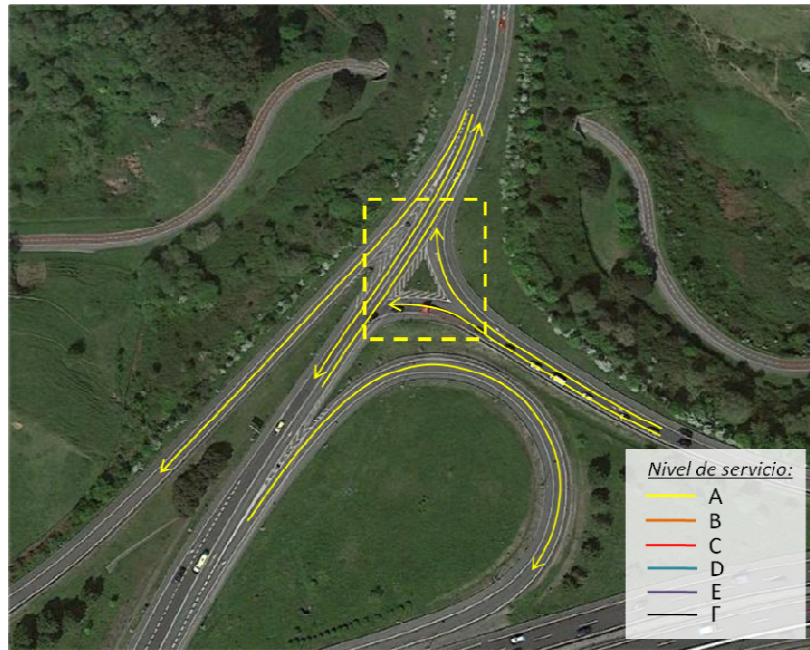
- Resultados de longitudes de cola:

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

- Resultados globales:

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]	47.53
Retraso Total (Horas)	4
	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



Realizando una comparación de los resultados, 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.

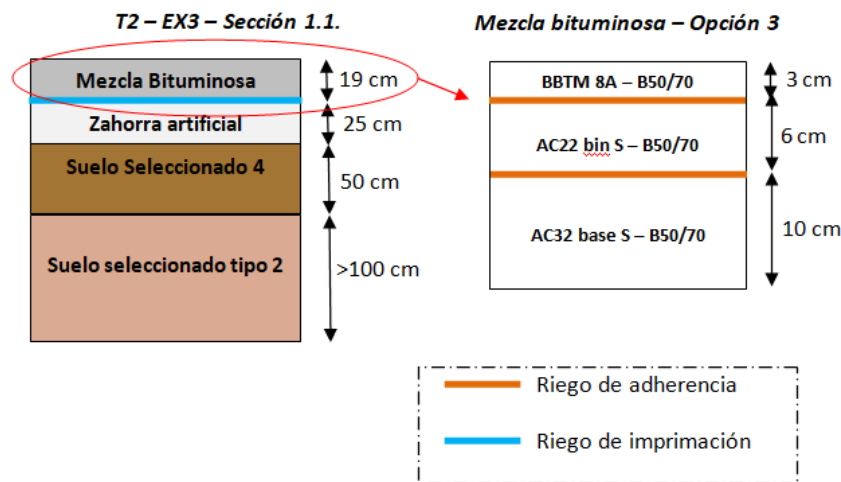
6.6. Firme

Para la definición del firme a colocar en el tramo de la carretera del proyecto, se ha llevado a cabo de acuerdo con lo expuesto en la Instrucción 6.1-IC: "Secciones de firme" de la Dirección General de Carreteras del Ministerio de fomento y en la Norma para el dimensionamiento de firmes de la Red de Carreteras del País Vasco revisada y ampliada el 12 de noviembre de 2012 y la Orden de 10 de noviembre de

2015, por la que se aprueba la modificación de la Norma para el dimensionamiento de firmes de la Red de Carreteras del País Vasco.

El proyecto se ha realizado mediante un firme de Categoría T2 y una explanada EX3. Además se ha realizado una comparación económica de las distintas opciones, obteniendo así la sección más económica.

El firme utilizado ha sido el siguiente:



6.7. Drenaje

El estudio del drenaje se basará en la Norma 5.2- IC “Drenaje Superficial” publicado en el Boletín Oficial del Estado el 10 de marzo de 2016.

El primer paso consistirá en la determinación de los caudales de diseño, los cuales han sido calculados para los diversos elementos que componen el drenaje, considerando diferentes periodos de retorno, según la importancia de los daños que ocasionaría una potencial insuficiencia de los mismos durante una avenida. Posteriormente se diseñan y dimensionan dichos elementos de drenaje con criterios de funcionalidad, durabilidad y mantenimiento prácticamente nulo.

Se han dispuesto de cuneta a pie de terraplén y en las zonas de desmonte de manera que permita evacuar el agua de la manera más adecuada de la calzada.

6.8. Servicios afectados

No se encuentra ningún servicio afectado en las inmediaciones del proyecto, puesto que se trata de una zona interurbana y con afección a la autovía.

6.9. Movimiento de tierras

Se ha realizado un estudio de los dos ejes que conforman el proyecto, de manera que se ha obtenido un diagrama de masas correspondiente a cada eje. Además se ha realizado una compensación del volumen de desmonte al terraplén, obteniendo los siguientes volúmenes:

Eje 1: N-639:

Tipo de material	Volumen [m ³]
Desmonte (sin esponjar)	2811,40
Terraplén (compactado)	13,39
Material inadecuado (sin esponjar)	702,85
Material reutilizable (sin esponjar)	2108,55
Material sobrante (esponjado)	2515,53

Eje 2: Ramal enlace N-639 hacia A-8 (Santander)

Tipo de material	Volumen [m ³]
Desmonte (sin esponjar)	990,33
Terraplén (compactado)	1006,7
Material inadecuado (sin esponjar)	247,58
Material reutilizable (sin esponjar)	742,75
Necesidad de préstamo (esponjado)	216,07

General:

Tipo de material	Volumen [m ³]
Desmonte (sin esponjar)	3801,73
Terraplén (compactado)	1020,09
Material inadecuado (sin esponjar)	950,43
Material reutilizable (sin esponjar)	2851,30
Material sobrante (esponjado)	2299,46

Se comprueba que el material necesario como relleno de los terraplenes se obtiene de los desmontes de la obra. Por otra parte, el volumen total de material que es necesario llevar a depósito de sobrantes asciende a 2299,46 metros cúbicos esponjados.

El material sobrante será transportado al vertedero de residuos de suelos naturales ubicado en Abanto-Zierbena “Lancha restauración S.L”.

6.10. Presupuesto

El presupuesto para el presente proyecto asciende a la cantidad de OCHOCIENTOS SETENTA MIL QUINIENTOS TREINTA Y UN MIL CON DIECISEIS EUROS (870.531,16 €)