



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA

ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR
DE INGENIEROS DE CAMINOS,
CANALES Y PUERTOS



Trabajo final de grado

Análisis del tráfico y la seguridad vial de la carretera N-332 a su paso por el término municipal de Favara (Valencia)

GRADO EN INGENIERÍA CIVIL

VALENCIA, JUNIO 2016

Curso: 2015/16

Autor: Laura Ruiz Garrido

Tutor: Vicente Melchor Ferrer Pérez



ÍNDICE

1. DOCUMENTO Nº 1. MEMORIA Y ANEJOS

- 00. Memoria
- 01. Anejo 1: Reportaje Fotográfico
- 02. Anejo 2: Análisis del tráfico
- 03. Anejo 3: Reordenación de accesos
- 04. Anejo 4: Estudio de Seguridad Vial
- 05. Anejo 5: Señalización y balizamiento

2. DOCUMENTO Nº2. PLANOS

- PLANO 1. Situación y emplazamiento
- PLANO 2. Cartografía y Relieve
- PLANO 3. Situación actual. Plano de conjunto
- PLANO 4. Situación actual. Planta General
- PLANO 5. Sentidos de circulación. Situación actual
- PLANO 6. Mejora. Plano de conjunto
- PLANO 7. Mejora. Planta General
- PLANO 8. Propuesta de mejora con ortofoto
- PLANO 9. Sentidos de circulación. Mejora
- PLANO 10. Comparación antes- después
- PLANO 11. Señalización vertical
- PLANO 12. Radios de giro. Glorietas propuestas



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA

ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR
DE INGENIEROS DE CAMINOS,
CANALES Y PUERTOS



Trabajo final de grado

MEMORIA

Análisis del tráfico y la seguridad vial de la carretera N-332 a su paso por el término municipal de Favara (Valencia)

GRADO EN INGENIERÍA CIVIL

VALENCIA, JUNIO 2016

Curso: 2015/16

Autor: Laura Ruiz Garrido

Tutor: Vicente Melchor Ferrer Pérez



ÍNDICE DE LA MEMORIA

	<u>Página</u>
1. Introducción.....	2
1.1 Antecedentes administrativos.....	2
1.2 Objetivo y descripción del trabajo.....	2
1.3 Localización.....	2
2. Situación actual.....	3
2.1 Planteamiento actual.....	3
2.2 Características del tramo de la N-332, objeto de estudio.....	3
3. Análisis del tráfico en la zona.....	3
3.1 IMD de las estaciones de aforo, automáticas y manuales.....	3
3.2 Capacidad y niveles de servicio.....	4
3.3 Medición de la siniestralidad.....	4
4. Problemática.....	4
4.1 Problemática relacionada con los accesos.....	4
4.2 Problemas relacionados con la seguridad vial del tramo urbano.....	4
4.3 Velocidades elevadas en los extremos del tramo urbano.....	5
4.4 Presencia de muchos vehículos pesados.....	5
5. Solución propuesta.....	5
5.1 Incorporación de dos glorietas convencionales.....	5
5.2 Moderadores de tráfico.....	5
5.2.1 Estrechamiento continuo.....	5
5.2.2 Speed Kidney.....	5
5.3 Medidas complementarias en materia de seguridad.....	6
5.3.1 Iluminación artificial en las glorietas proyectadas.....	6
5.3.2 Desvío de vehículos hacia otras zonas.....	6
6. Señalización y balizamiento.....	6



MEMORIA

1. Introducción

1.1 Antecedentes administrativos.

El presente documento constituye el Trabajo Fin de Grado de la alumna Laura Ruiz Garrido. Corresponde con la titulación de Ingeniero Civil del nuevo Plan Bolonia (2010) impartida en la Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos (ETSICCP) de la Universidad Politécnica de Valencia. Esta nueva titulación hace que los antiguos Proyectos Fin de Carrera se reconviertan en los actuales Trabajos Fin de Grado.

Esta modalidad de TFG se corresponde con la llamada “concierto directo” siendo el único tutor D. Vicente Melchor Ferrer Pérez.

1.2 Objetivo y descripción del trabajo

El presente trabajo tiene por objeto analizar la situación actual del tramo de la carretera N-332 que discurre entre los P.K. 243+460 y 244+600 del municipio de Favara y establecer propuestas de mejora para solventar los problemas que se han localizado, de forma que se garantice la seguridad y comodidad de todos los usuarios.

Para ello, se analizará el comportamiento de la carretera actual. En primer lugar, se estudiará la movilidad del tráfico en la carretera y su adecuación al entorno próximo. Se calculará si se excede la capacidad de la vía y qué nivel de servicio puede llegar a adquirir. Una vez analizado este aspecto, habrá llegado el momento de hallar los problemas que pueden encontrarse, tanto en la vía como en sus alrededores, para poder posteriormente establecer soluciones que solventen las incongruencias detectadas.

1.3 Localización

Favara (Favareta en valenciano) es un municipio de la Comunidad Valenciana en España, situado en la provincia de Valencia, en la comarca de La Ribera Baja.

Situado a las faldas de la vertiente norte de la Sierra de Corbera, la superficie del término tiene forma romboidal. Un pequeño sector al noreste penetra en la llanura litoral del delta del Júcar, estando

cubierto de marjales. La superficie no cultivada está ocupada por pinos y monte bajo. Desde Valencia, se accede a esa localidad a través de la N-332 con una distancia aproximada de 44km.

El término municipal de Favara limita con las siguientes localidades: Alzira, Cullera, Llauri y Tavernes de la Valligna. La población se encuentra a una altitud de 12 metros sobre el nivel del mar con un total de 2461 habitantes en el año 2014.

En el *Anejo nº1 Reportaje fotográfico*, se puede observar el estado actual de la carretera desde diferentes puntos de vista.

Para una localización gráfica de la zona de actuación véase Documento nº 2 Planos.



Fig 1. Situación de Favara dentro de la Comarca de La Ribera Baixa.

2. Situación actual

2.1 Planteamiento actual

La carretera nacional N-332, que une diferentes localidades del Sureste de España, discurre por el litoral del Mar Mediterráneo, pertenece a la Red de Interés General del Estado RIGE del Ministerio de Fomento. Conecta la provincia de Almería con Cartagena, Alicante y Valencia. El tramo de dicha carretera que se va a estudiar en el presente trabajo discurre entre los puntos kilométricos 243+460 y 244+600. En este recorrido, la nacional atraviesa las inmediaciones del núcleo de la población de Favara, cruzando por una zona urbana de alrededor de un kilómetro de longitud, teniendo acceso a la población y al polígono industrial.

Además existen otras carreteras que conectan con el tramo de estudio: una carretera de titularidad de la diputación de Valencia, la CV-510, que conecta Alzira con Favara y la salida 59 de la autopista de peaje AP-7: Cullera- Sueca- Favara.

El hecho de que la nacional discorra por suelo urbano hace que los problemas que puedan surgir se multipliquen. La existencia de una gran cantidad y variedad de movimientos a lo largo de su trazado y la presencia de otros usuarios vulnerables, hace que se adquiera un nivel alto de peligrosidad, llegando a presenciar numerosas situaciones de conflicto.

Actualmente existe un proyecto en construcción el cuál consiste en una variante que bordea la población tanto de Cullera como de Favara para disminuir las altas intensidades de tráfico que discurren

por el tramo urbano de ambas poblaciones. Este proyecto denominado Variante de Sueca, tramo Cullera-Favara, se ha tenido en cuenta para el estudio del tráfico en el *Anejo 2*.

2.2 Características del tramo de la N-332, objeto de estudio

El tramo de la carretera que se pretende estudiar está limitado al norte por un enlace tipo direccional que conecta con la salida de peaje de la AP. Al sur se ha establecido el límite del tramo en el P.K 243+460.

La sección característica de la carretera es de una única calzada con dos carriles de 3.5m de anchura (uno por sentido), con arcones exteriores de dimensiones variables según el P.K llegando a ser nulo en algunas zonas del tramo. La velocidad legal del tramo es de 50 km/h.

3. Análisis del tráfico en la zona

A continuación, se van a describir algunos aspectos relativos al estudio del tráfico que permiten conocer el comportamiento actual del tramo de la nacional. Se va a realizar este análisis con el objeto de entender su funcionamiento y plantear los problemas que se consideren oportunos.

3.1 IMD de las estaciones de aforo, automáticas y manuales

Para poder caracterizar el tráfico de la zona, desde un principio, se ha partido de datos de aforo de distintas estaciones que se localizan a lo largo de la N-332 y de las carreteras que conectan con la anterior. Esta información se ha obtenido del Mapa de tráfico 2014 del Ministerio de Fomento y también del Libro de aforos de la diputación de Valencia. Pero, debido a que se necesita conocer el comportamiento solamente del tramo de estudio, se ha requerido la necesidad de realizar aforos manuales para caracterizar de una manera más real y con más detalle el tráfico de las diferentes subzonas. Por ello, se decidió realizar un aforo manual en la confluencia de la CV-510 con la N-332 en el mes de Marzo, de acuerdo con las características de aforamiento de las estaciones de aforo de cobertura del Ministerio de Fomento.

De todos los valores de IMD obtenidos a lo largo de la carretera, habría que analizar cuál de todos se adopta como punto de partida para su empleo en futuros cálculos. Analizando de forma general todas las IMD obtenidas durante el aforo manual se estima conveniente utilizar como referencia la intensidad de mayor valor porque es el máximo número de vehículos que se ha podido registrar circulando por la carretera. Por lo tanto, de ésta forma, nos localizaremos más del lado de la seguridad ya que si, de lo contrario, se emplea como valor de cálculo otro de menor intensidad, se estará actuando erróneamente ya que hay situaciones y lugares donde discurre mayor cantidad de tráfico.

En este caso, se ha obtenido una IMD de 18209 veh/día para la N-332 y 5841 veh/día para la CV-510. Y para los vehículos pesados será 2748 veh pesados/día y 530 veh pesados/día respectivamente. Además se va a considerar una distribución 50/50 para ambos sentidos de circulación en ambas



carreteras. Para comprender el procedimiento seguido para el cálculo de la IMD a partir de los datos de aforo y para poder obtener mucha más información detallada, será necesario acudir al *Anejo 2- Análisis del tráfico*.

3.2 Capacidad y niveles de servicio

Una vez obtenida la situación actual de tráfico en el tramo de estudio, se puede analizar la capacidad de la carretera actual y los niveles de servicio tanto en el presente año como en el año horizonte.

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

Para la realización de este cálculo, el Highway Capacity Manual distingue tres clases de carreteras dentro de las convencionales, de calzada única con dos carriles y doble sentido de circulación:

- Clase I: se trata de aquellas carreteras que presentan una función principal de movilidad. Los conductores esperan viajar a velocidades elevadas. Para la obtención del nivel de servicio influye en el porcentaje de tiempo en cola y la velocidad media de recorrido.
- Clase II: en este caso, las carreteras adquieren una función que facilita en mayor medida la accesibilidad. Los conductores no esperan viajar a velocidades elevadas. Facilita la realización de viajes más cortos. En el cálculo influirá el porcentaje de tiempo en cola.
- Clase III: esta es una nueva clase incorporada al Manual del 2010 y se tratan de aquellas carreteras que discurren por áreas moderadamente urbanizadas. En estos segmentos, el tráfico local a menudo se mezcla con el tráfico de paso. En la determinación del nivel de servicio influirán en el porcentaje con velocidad libre.

Si se analiza concretamente el tramo de estudio, es decir, la travesía, se observa que discurre por una zona urbana con gran cantidad de accesos en sus márgenes. Esto evidencia que su función dentro del tramo es más bien de aportar accesibilidad al territorio además de ser la única alternativa para el paso del tráfico exterior. Por ese motivo, se estudiará como carretera de clase III. Esta parte de estimación del nivel de servicio se ha llevado a cabo en dos partes. Por un lado se estudia el nivel de servicio de la situación actual y del año horizonte sin la construcción de la variante. Por otro lado, se estudia cómo afectará la construcción de la variante al tramo de estudio, de manera que la IMD disminuirá y por tanto el nivel de servicio mejorará. En el *Anejo 2- Análisis del tráfico* se incluyen los cálculos detallados, así como los cálculos de los niveles de servicio para el año horizonte.

3.3 Medición de la siniestralidad

En este caso, se ha partido de los datos reales de accidentes entre los P.K 243+400 y 244+600 de la actual N-332 proporcionados por la Dirección General de tráfico en el intervalo de 9 años comprendidos entre 2007 y 2015, la cifra asciende a 33 accidentes con víctimas. Se han analizado

diferentes tasas de siniestralidad y las condiciones para la identificación de un tramo de concentración de accidentes danto éste negativo.

4. Problemática

Una vez analizado cómo se comporta el tráfico en el tramo de estudio, se va a proceder a continuación a describir la problemática hallada en las diferentes zonas analizadas y que, de manera directa o indirecta, afectan a la seguridad de la vía. La detección de estos problemas ha llevado a la necesidad de plantear una serie de soluciones con el objetivo de solventarlos. Estas soluciones se detallarán una vez se planteen y describan los problemas encontrados.

Desde un punto de vista global, los problemas que se detectaron fueron los siguientes:

- Problemática relacionada con los accesos
- Problemas relacionados con la seguridad vial del tramo urbano
- Velocidades elevadas en los extremos del tramo urbano
- Presencia de muchos vehículos pesados

A continuación, se va a proceder a describir los distintos problemas observados desde una perspectiva más detallada. Para obtener una visión más detallada, se recomienda acudir a los anejos correspondientes.

4.1 Problemática relacionada con los accesos

Los problemas o situaciones relacionados con los accesos y su localización, que pueden llegar a afectar a la seguridad de los usuarios son los siguientes:

- Gran cantidad de accesos directos situados a ambos lados de la vía
- Accesos situados en zonas peligrosas o con visibilidad reducida
- Interacción entre el tráfico local y el tráfico de largo recorrido

Todos ellos se desarrollarán más ampliamente en el *Anejo 3- Reordenación de accesos*.

4.2 Problemas relacionados con la seguridad vial del tramo urbano

Los diferentes problemas que se han encontrado en materia de seguridad vial corresponden a los que se mencionan a continuación:

- Exceso de velocidad en los extremos del tramo urbano
- Frenazos en semáforo de control de velocidad
- Intersección en T en el centro de la travesía
- Inexistencia de iluminación artificial o inutilización en los extremos del tramo de estudio
- Número elevado de vehículos pesados
- Usuarios vulnerables



- Presencia de animales salvajes (jabalíes)

Se recoge más información en el *Anejo 4- Estudio de seguridad vial*.

4.3 Velocidades elevadas en los extremos del tramo urbano

Una de las formas de entender el funcionamiento de la travesía es observar la velocidad que eligen los conductores para atravesarla. En el apéndice I y II del *Anejo 4- Estudio de seguridad vial* se han representado las velocidades de operación de las distintas alternativas que se han ido adoptando.

Como conclusión puede extraerse que la velocidad que eligen los conductores para recorrer el trazado actual es demasiado elevada en los extremos del tramo, debido a que la intersección con la CV-510 y los semáforos de limitación de velocidad les impiden continuar con altas velocidades. En caso de eliminar esta intersección, la velocidad aumentaría. Por este motivo, será un tema que deberá analizarse detenidamente e implantar una serie de medidas que traten de reducir dicha velocidad. Los resultados se recogen en el anejo mencionado.

4.4 Presencia de muchos vehículos pesados

Como se ha observado al analizar el tráfico de la travesía, actualmente discurre un 14 % de vehículos pesados por este tramo de la N-332. Este porcentaje es bastante elevado para circular por un tramo urbano. Es por ello, que se han tomado las medidas necesarias para disminuir este número tan elevado de vehículos pesados obligándolos a circular por la variante una vez su construcción esté finalizada o hasta entonces, prohibiendo su paso por la nacional y obligándolos a circular por la autopista AP-7.

5. Solución propuesta

A continuación, se va a proponer una solución como alternativa al trazado actual, con el fin de solventar la problemática mencionada con anterioridad. Existen diversas soluciones que pueden solventar las cuestiones citadas, pero se ha querido concebir una solución que permita solventar todos los problemas mencionados a la vez. Por tanto, es la que más se adecua a la problemática existente.

5.1 Incorporación de dos glorietas convencionales

La solución propuesta basada en la incorporación de dos glorietas situadas en diferentes puntos del trazado actual, proporciona una importante mejora de la seguridad en la conducción. Esta medida posibilita la creación de lo que se denominan como “puertas de entrada”. Es decir, la incorporación de dichas glorietas se empleará para advertir a los conductores de la entrada en una zona que presenta características diferentes a las de los trazados anteriores.

En esta nueva área que encierran las glorietas será necesario extremar las precauciones por parte de los conductores ante la presencia de otros usuarios, generalmente más vulnerables. Por tanto, deberán cambiar su modo de conducción, empezando por reducir su velocidad. Mediante las glorietas se consigue mantener a los conductores dentro de los límites de velocidad admisibles para el tramo, sin llegar a superar la capacidad de estos elementos viarios (Véase Anejo 2).

Cabe destacar que la glorieta Norte de este proyecto está basada en un proyecto del Ministerio de Fomento que proyecta esta glorieta con el objetivo de impedir los giros a izquierda en la intersección de la N-332 con la CV-510 de manera que los vehículos se vean obligados a circular hasta la glorieta para realizar esta incorporación.

5.2 Moderadores de tráfico

Con la incorporación de las glorietas, se ha posibilitado reducir y unificar las velocidades que eligen los conductores en su circulación. Pero tal y como muestra el *Anejo 4- Estudio de seguridad vial*, las velocidades de operación en los tramos entre glorietas todavía sigue siendo elevada. Por eso, se ha tenido que estudiar la implantación de elementos de moderación del tráfico en la zona del tramo urbano y en sus proximidades.

5.2.1 Estrechamiento continuo

Los estrechamientos continuos de la calzada corresponden a la disminución de la sección efectiva de la calzada durante un cierto tramo de vía. Existen tres tipos de estrechamientos continuos: las medianas, los cambios de sentido único a doble y los ensanchamientos de acera.

En este caso se ha optado por un estrechamiento óptico mediante la implantación de una franja longitudinal situada entre los dos carriles de circulación, no destinada a la circulación y cuyo objeto es reducir la anchura de los carriles y provocar un efecto óptico de estrechamiento, de esta manera los conductores no aumentan su velocidad. Por otro lado, también se han ensanchado las aceras en algunos lugares del tramo de estudio. Junto con la implantación de arbustos para hacer el tramo con un aspecto más urbano y de esta manera que la velocidad se reduzca.

5.2.2 Speed Kidney

Se ha considerado conveniente situar en el tramo urbano 2 pares de Speed Kidneys, uno en cada extremo del tramo situados entre las dos glorietas propuestas. Los Speed Kidneys son unos dispositivos compuestos por un resalte por carril de riñón en planta y forma resaltada en alzado que ofrece la posibilidad a los vehículos de determinadas dimensiones de modificar su trayectoria, siguiendo un zig-zag suave, para evitar la incomodidad vertical y, por consiguiente, a moderar su velocidad.

Las características, tanto geométricas como de disposición en planta, de los Speed Kidneys implantados, se recogen en el *Anejo 4- Estudio de Seguridad Vial*.



5.3 Medidas complementarias en materia de seguridad

5.3.1 Iluminación artificial en las glorietas proyectadas

Una glorieta representa una obstrucción física en la trayectoria del tráfico que la atraviesa y además en el tráfico que se aproxima, teniendo que ceder el paso al tráfico que se encuentra ya girando. Por tanto, es fundamental que la visibilidad sea la adecuada para que los conductores puedan prevenir los riesgos y asumir la seguridad.

De entre las diferentes tipologías de iluminación de la calzada se ha optado por escoger la iluminación central mediante proyectores convencionales. Se recoge más información en el *Anejo 4- Estudio de seguridad Vial*.

5.3.2 Desvío de vehículos hacia otras zonas

Anteriormente se ha comentado que existe un número elevado de vehículos pesados que circulan por la nacional, 15%. Una medida que se propondría hasta a construcción de la variante sería obligar el paso de vehículos pesados por esa zona, teniendo que circular por la autopista de peaje AP-7. Una vez la variante estuviese construida, no habría problema y circularían por esta. En el supuesto caso de que los vehículos saliesen por la salida de la AP-7 conectando con la glorieta Norte, se obligaría de igual manera a que éstos circularán hasta el enlace con la variante y desde ahí circular en el sentido deseado, de esta manera se evitaría circular por la travesía.

6. Señalización y balizamiento

Con las nuevas medidas propuestas se necesita nueva señalización con el objetivo de conseguir aumentar la seguridad, la comodidad y la eficacia de la circulación, así como facilitar la orientación de los conductores. Para conseguirlo, se ha hecho conforme a una serie de principios a la hora de establecer la señalización, como son la claridad, la sencillez, la uniformidad y la continuidad.