



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA



ETS INGENIEROS DE CAMINOS,
CANALES Y PUERTOS

TRABAJO DE FIN DE GRADO

Análisis funcional y de seguridad vial de la carretera N-332 a su paso por los términos municipales de Gandía y Bellreguart entre los PK 219+700 y PK 220+900 (provincia de Valencia)

Presentado por

Aragundi Echeverría, Renato Adrián

Para la obtención del

Grado de Ingeniería de Obras Públicas

Curso: 2018/2019

Fecha: Septiembre 2019

Tutor: Vicente Melchor Ferrer Pérez



ÍNDICE

1. DOCUMENTO Nº1. MEMORIA Y ANEJOS

- 00. MEMORIA
- 01. ANEJO 2. REPORTAJE FOTOGRÁFICO
- 02. ANEJO 3. REORDENACIÓN DE ACCESOS
- 03. ANEJO 4. ESTUDIO DE SEGURIDAD VIAL
- 04. ANEJO 5. SEÑALIZACIÓN Y BALIZAMIENTO
- 05. ANEJO 6. ESTIMACIÓN ECONÓMICA

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. ALTERNATIVA 1. PLANO DE CONJUNTO
- PLANO 6. ALTERNATIVA 1. PLANTA GENERAL
- PLANO 7. ALTERNATIVA 2. PLANO DE CONJUNTO
- PLANO 8. ALTERNATIVA 2. PLANTA GENERAL
- PLANO 9. SEÑALIZACIÓN. PLANTA GENERAL
- PLANO 10. PLANO DE DETALLE. NUEVA GLORIETA
- PLANO 11. PLANO DE DETALLE. NUDO NORTE
- PLANO 12. SEGURIDAD VIAL. PASO PEATONES ELEVADO
- PLANO 13. SEGURIDAD VIAL. BADEN
- PLANO 14. COMPARACIÓN ANTES- DESPUÉS ACCESO 1
- PLANO 15. COMPARACIÓN ANTES- DESPUÉS ACCESO 2

Trabajo final de Grado

MEMORIA

Análisis funcional y de seguridad vial de la carretera N-332 a su paso por los términos municipales de Gandía y Bellreguart entre los PK 220+700 y PK 220+900 (provincia de Valencia)

GRADO EN INGENIERÍA DE OBRAS PÚBLICAS

SEPTIEMBRE 2019

Curso 2018/19

Autor: Renato A. Aragundi Echeverría

Tutor: Vicente Melchor Ferrer Pérez

ÍNDICE DE LA MEMORIA

1. INTRODUCCIÓN	3
2. OBJETO DEL PROYECTO	3
3. LOCALIZACIÓN Y EMPLAZAMIENTO	3
4. SITUACIÓN ACTUAL	3
4.1. DESCRIPCIÓN DEL TRAMO DE ESTUDIO	3
4.2. CARACTERÍSTICAS DE LA CARRETERA	4
4.3. PLANTEAMIENTO ACTUAL	4
4.4. NUEVA VARIANTE. AUTOVÍA A-38, VARIANTE DE LA SAFOR.	4
5. ANÁLISIS DEL TRÁFICO DE LA ZONA	4
5.1. CAPACIDAD Y NIVEL DE SERVICIO	5
6. REORDENACIÓN DE ACCESOS	5
6.1. PROBLEMÁTICA RELACIONADA CON LOS ACCESOS	5
7. ANÁLISIS DE LA SEGURIDAD VIAL	5
7.1. PROBLEMÁTICA RELACIONADA CON LA SEGURIDAD VIAL	5
8. ALTERNATIVAS PROPUESTAS	6
8.1. ALTERNATIVA 1. CARRIL ESPECÍFICO PARA EL GIRO A DERECHAS EN EL ACCESO 2	6
8.2. ALTERNATIVA 2. INCORPORACIÓN DE GLORIETA EN EL PK 220+050 DE LA N-332	6
8.3. MEDIDAS COMUNES A AMBAS ALTERNATIVAS	6
8.3.1. ENSANCHAMIENTO DE LA CALZADA	6
8.3.2. REMODELACIÓN DEL ACCESO 2	6
8.3.3. CARRIL COLECTOR DE ACCESOS	6
8.3.1. REDUCTORES DE VELOCIDAD (RDV)	6



9. SEÑALIZACIÓN Y BALIZAMIENTO	7
10. ESTIMACIÓN ECONÓMICA	7
11. ANÁLISIS MULTICRITERIO	7
11.1. MOVILIDAD DE LOS USUARIOS	7
11.2. ACCESIBILIDAD A COMERCIOS E INDUSTRIAS	7
11.3. NIVEL DE SERVICIO	7
11.4. SEGURIDAD VIAL	7
11.5. COMPARACIÓN ECONÓMICA	7
11.6. CRITERIO DE EVALUACIÓN	7
11.7. TABLA COMPARATIVA	8
	8
	8
12. CONCLUSIONES	9

1. Introducción

El presente documento forma parte, como memoria, del proyecto de “Análisis funcional y de seguridad de la carretera N-332 a su paso por los términos municipales de Gandía y Bellreguart entre los PK 219+700 y 220+900”.

2. Objeto del proyecto

El presente trabajo final de grado se ha centrado principalmente en el análisis de la problemática existente en el tramo. Dicho análisis se ha llevado a cabo desde diversos puntos de vista en los diferentes anejos que componen esta memoria.

En segundo lugar, se ha seguido un proceso de estudio y elaboración de alternativas que lleven a la resolución de estos problemas. En este proceso, y con el fin de encontrar alternativas viables tanto económica como constructivamente, se han cometido repetidos errores que han sido corregidos para llegar a una solución mejor.

En definitiva, nuestro deber es garantizar la seguridad de todos los usuarios de la vía con el fin de llegar de la manera más eficiente posible a su destino final.

3. Localización y emplazamiento

Las poblaciones de Gandía y Bellreguart, por donde discurre nuestro tramo de estudio, se sitúan en la comarca de la Safor, provincia de Valencia, España.

Es importante destacar que la parte del tramo que discurre por el municipio de Gandía lo hace por una zona periférica y alejada del centro de la ciudad, mientras que para el municipio de Bellreguart supone la principal puerta de entrada para el tráfico local, así como un paso, en ocasiones, obligatorio para el tráfico de largo recorrido en ambos sentidos.

La ciudad de Gandía es una de las urbes más importantes del litoral valenciano recibiendo cada año a millones de turistas, sobre todo en verano. En contraposición, Bellreguart es una población con un número mucho más reducido de habitantes. Por su proximidad, ambas poblaciones están interconectadas en ámbito económico, social, cultural, etc.



Fig 1. Localización del tramo de estudio y red viaria del entorno.

4. Situación actual

4.1. Descripción del tramo de estudio

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 estudio está comprendido entre los PK 219+700 y 220+900. Dicho tramo forma parte de una travesía en un entorno periurbano con mucha afluencia de vehículos ligeros, pesados y motocicletas. Engloba la rotonda Sur de Gandía, que conecta Gandía y las demás poblaciones cercanas a la costa con la N-332.

Parte del entorno de la vía discurre por una zona industrial y comercial, tornándose en urbana a medida que se acerca al núcleo de población de Bellreguart. El acceso a dicha zona industrial y comercial es uno de los principales problemas que encontramos en el tramo.

4.2. Características de la carretera

Las características de la carretera son variables. Para los cálculos se ha tenido en cuenta la sección característica, que es la que predomina en la mayor parte del tramo

La sección característica de la carretera es de una única calzada con dos carriles de 3.5m de anchura (uno por sentido), con arcenes 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.

4.3. Planteamiento actual

Por la localización del tramo de estudio, y debido a las pocas alternativas que conectan Gandía con la provincia de Alicante, encontramos una afluencia muy grande de vehículos para la cual nuestro tramo no se encuentra preparado.

Además, la nueva rotonda Sur de Gandía ha creado una zona problemática en el entorno del acceso 1, donde se produce un indeseado trenzado de vehículos.

También se ha detectado una deficiente movilidad entre los vehículos de la zona, ya que una vez los vehículos han entrado en la travesía no se permite el cambio de sentido o giro a izquierda hasta bien avanzado el tramo.

4.4. Nueva variante. Autovía A-38, Variante de la Safor.

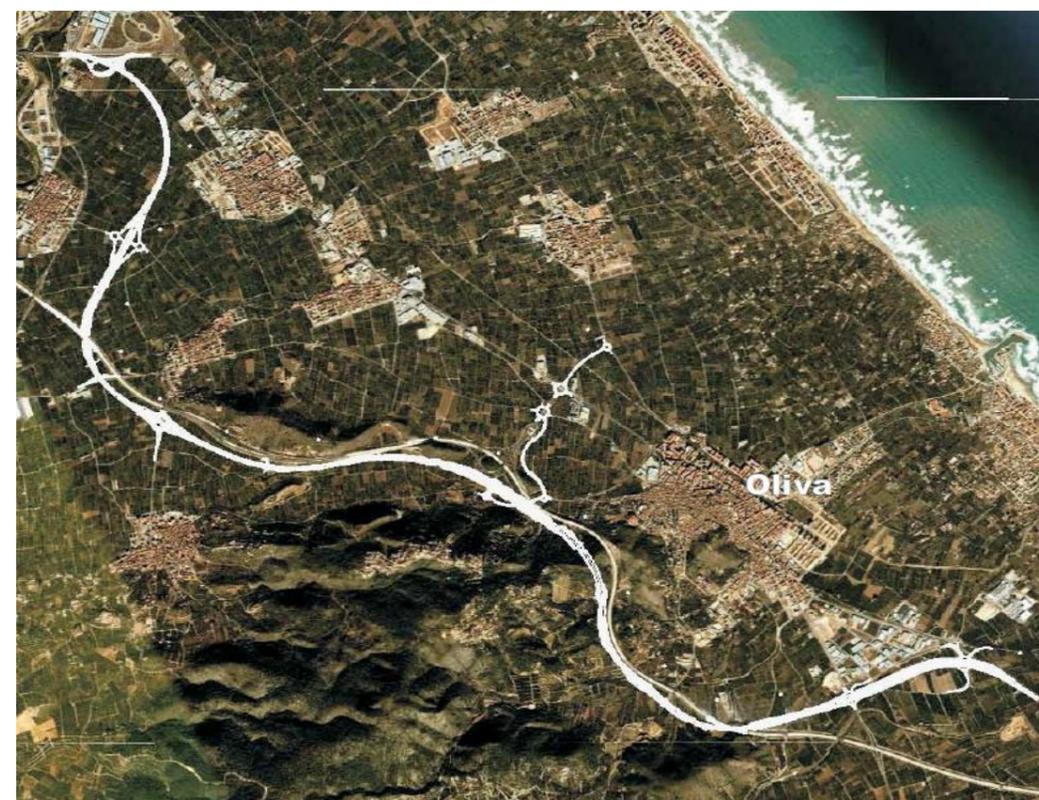
En la actualidad, se encuentra en fase de licitación la variante de la Safor de la Autovía A-38, tramo que conecta Oliva Sur con el inicio de la variante de Gandía de la N-332. La fecha prevista para el inicio de las obras es en diciembre 2019 con un plazo de ejecución de 29 meses.

Esta variante se ha proyectado con la intención de disminuir los severos problemas de capacidad y servicio que tiene la carretera N-332 especialmente a su paso por los municipios de Bellreguart y Oliva.

Después de haber analizado los cambios que supondrá la nueva variante, se concluye que la práctica totalidad del tráfico de largo recorrido será absorbida por la nueva variante y que el tramo de estudio recogerá únicamente el tráfico local.

Fig. 2. Trazado de la Variante de la Safor.

5. Análisis del tráfico de la zona



Con el fin de analizar el tráfico de la zona, se ha contado con la ayuda de los datos proporcionados por las estaciones de aforo cercanas al tramo de estudio. Más concretamente la estación primaria V-88-1 situada en el PK 222+400, la estación de cobertura V-86-3 situada en el PK 218+300 y la estación de cobertura V-84-3 situada en el PK 210+100. Los datos más importantes se obtuvieron de la estación V-88-1 mientras que los datos ofrecidos por la estación V-86-3 fueron de gran ayuda para entender el comportamiento del tráfico actual. Datos facilitados por la DGT.

Además, con el fin de realizar una valoración más precisa de la situación, se llevo a cabo la toma de aforos manuales. Se llevaron a cabo el día jueves 6 de junio de 2019 entre las 8 y las 14h. A estos datos de aforamiento se les aplicaron los coeficientes de expansión, nocturnidad, estacionalidad y festivos de la estación V-88-1 en el mes de junio de 2017 (datos más recientes).

Con los datos obtenidos de las estaciones de aforo y los aforos manuales se obtuvo un valor de IMD de 25138 veh/día y un IMD de vehículos pesados de 2752 veh/día. Con dichos valores y las características geométricas ya conocidas del tramo, se procedió a los cálculos para el análisis numérico del tráfico de la zona obteniendo así la capacidad de la carretera, y unos valores para los niveles de servicio actuales y futuros.

También se ha pronosticado que en 2024, una vez puesta en funcionamiento la nueva variante de la A-38, el valor de IMD bajará hasta los 4878 veh/día y el IMD de vehículos pesados bajará hasta los 242 veh/día.

Para el año horizonte 2043, la IMD será de 6401 veh/día y la IMD de pesados será de 318 veh/día

5.1. Capacidad y nivel 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 industrial y comercial 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

6. Reordenación de accesos

Los accesos son una de los puntos de mayor conflictividad. Por una parte, aportan movilidad usuarios y accesibilidad a los comercios e industrias adyacentes y por otra son los puntos más problemáticos desde el punto de vista de la seguridad vial.

Es necesario evaluar las zonas de influencia de cada acceso antes de plantear cualquier modificación de su trazado o entorno.

En el anejo nº3 se realiza un análisis pormenorizado de cada uno de los anejos, planteando soluciones a los problemas que se encuentran en cada uno de ellos.

6.1. Problemática relacionada con los accesos

Es de especial interés en este trabajo encontrar una solución al problema de trenzado de vehículos existente en el entorno del acceso nº1, así como solucionar el grave problema para la seguridad vial que supone que el carril de servicio 2 esté siendo utilizado como zona de almacenamiento, carga y descarga por parte de algunos comercios.

7. Análisis de la seguridad vial

En este apartado introductorio se identificarán los diferentes problemas que se han encontrado en materia de seguridad vial.

Una vez establecidos los puntos base del análisis de la accidentalidad de la zona de estudio se procederá a la identificación de problemas de seguridad vial.

7.1. Problemática relacionada con la seguridad vial

Las travesías tienen características distintas a nivel de seguridad y de funcionalidad respecto de las calles urbanas o de las carreteras convencionales.

El principal peligro en el tramo de estudio se da en los accesos y en la incorporación de los vehículos provenientes de la rotonda a la vía principal. Se trata de un tramo anticuado, cuya infraestructura no se adapta a las necesidades de los usuarios.

A continuación, se presenta un listado con los principales problemas relacionados con la seguridad vial en el tramo de estudio:

- Exceso de velocidad en el tramo de estudio
- Retenciones en zonas inesperadas para los conductores
- Inexistencia de iluminación artificial en la mayor parte del tramo de estudio
- Punto de conflicto en el acceso al Polígono
- Maniobras no permitidas
- Número elevado de vehículos pesados

8. Alternativas propuestas

Con el fin de solucionar los problemas expuestos en apartados anteriores, se han desarrollado 2 alternativas.

8.1. Alternativa 1. Carril específico para el giro a derechas en el acceso 2

Debido al cierre del acceso 1, se debe redirigir a los vehículos que tomaban dicho acceso para su entrada al Polígono o a la zona Oeste de la población de Bellreguart.

Se considera que una remodelación del acceso y entrada al acceso 2 satisfará tanto a usuarios, comercios como mejorará la seguridad vial en la zona.

- Es una alternativa más segura al acceso 1. Además, dará acceso a los comercios e industrias afectadas por el cierre de dicho acceso.
- Se efectuará un cambio de velocidad gradual, por lo que la toma del acceso se hará en condiciones de seguridad
- Se efectuará un cambio de dirección gradual, por lo que tanto el número de accidentes relacionados con el giro a derecha como su severidad se verán reducidos
- Al trasladar el punto de acceso a un lugar más avanzado, disminuirá el número de movimientos en el PK 220+600, teniendo así los conductores menos factores a tener en cuenta a la hora de la toma de decisiones.

8.2. Alternativa 2. Incorporación de glorieta en el PK 220+050 de la N-332

La incorporación de una glorieta al trazado supondría una efectiva solución a algunos de los problemas de nuestro tramo de estudio, aunque también traería consigo algunos problemas:

- Mejoraría significativamente el problema de giro a la izquierda y cambio de sentido, agravado por una alta IMD, que existe en el tramo.
- Daría acceso al polígono industrial redirigiendo los vehículos que anteriormente accedían por el acceso 1
- Se crearía un acceso adicional con la parte Este del municipio
- Quitaría la prioridad a la vía principal y que más tráfico tiene (N-332). Sería necesario adecuar la capacidad de la glorieta para que cumpla con el nivel de servicio exigido. Al diseñarse los ramales con una anchura adecuada se paliarán los problemas de capacidad y congestión de la vía

8.3. Medidas comunes a ambas alternativas

8.3.1. Ensanchamiento de la calzada

La incorporación a la calzada del carril colector de accesos partiendo del PK 220+150 hasta el PK 220+450 y la prolongación del carril de almacenamiento y espera de vehículos provenientes de la rotonda Sur de Gandía creando así un carril extra en dirección Alicante, imponen a la calzada un ensanchamiento. La calzada pasa de los 15 metros en el PK 220+300 a los 20.3 metros en ese mismo punto. La ampliación se deberá hacer necesariamente en el lado descendente de la N-332 ya que en el lado ascendente se dispone de muy poco espacio de maniobra por la existencia de industrias.

8.3.2. Remodelación del Acceso 2

Al desviar el tráfico del acceso 1 al acceso 2 es imprescindible una remodelación.

- Mejora y delimitación de la conexión con el carril de servicio 1. Anteriormente, esta conexión era muy deficiente y la señalización horizontal que la regulaba era apenas visible
- Conexión el carril específico de giro con la miniglorieta del acceso 2
- Colocación de isletas separadoras de carriles para mejorar la seguridad vial.
- Mejora y delimitación del carril de servicio con el acceso 3

8.3.3. Carril colector de accesos

Como ya se ha mencionado en el Anejo 3 “Reordenación de accesos”, se dispondrá de un carril colector de accesos en la parte ascendente de la N-332 partiendo del PK 220+100 hasta el PK 220+600

Dicho carril mejoraría las condiciones de seguridad vial y confort a los usuarios del carril de servicio 2 que en la actualidad supone un peligro para la seguridad vial ya que es usado como lugar de almacenaje de mercancías.

Por simplicidad descompondremos este carril colector como la unión de un carril de deceleración de tipo directo, un tramo rectilíneo y un carril de aceleración de tipo directo. Para su proyección y cálculo nos guiaremos de lo establecido en el capítulo 8 de la Norma 3.1-IC Trazado.

8.3.1. Reductores de velocidad (RDV)

Sus funciones son: reducción de la velocidad al circular sobre ellos, advertir a los conductores de la proximidad de intersecciones o puntos conflictivos, mejorar la seguridad vial si son diseñados e instalados en lugares apropiados.

Su efectividad reside en el hecho de crear una aceleración vertical en los vehículos al atravesar los dispositivos, que transmite incomodidad a los conductores y ocupantes cuando se circula a velocidades superiores a las establecidas.

9. 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.

10. Estimación Económica

En el anejo nº6 de este documento se ha realizado una valoración económica aproximada de ambas alternativas para poder realizar una evaluación más precisa en la comparación posterior.

11. Análisis multicriterio

Para el análisis se han considerado los siguientes factores:

- Movilidad de los usuarios de la vía
- Accesibilidad a comercios e industrias
- Nivel de Servicio
- Seguridad vial
- Comparación económica

11.1. Movilidad de los usuarios

Se valorará las diferentes posibilidades que disponen los usuarios de la vía para circular a las diferentes zonas de la población, girar a derecha o izquierda o realizar un cambio de dirección.

Puntuación máxima: se permite la movilidad total de los usuarios en condiciones de seguridad. Gran cantidad de movimientos y de viales habilitados para ello.

Puntuación mínima: la movilidad se empeora y restringe. En ocasiones la realización de una determinada maniobra supone un desplazamiento prolongado

11.2. Accesibilidad a comercios e industrias

Se valorará la Afección a los comercios y sus usuarios con respecto a la situación actual.

Puntuación máxima: Se mejora la accesibilidad de los usuarios a los comercios e industrias existentes.

Puntuación mínima: Se empeora la accesibilidad no ofreciendo soluciones aceptables.

11.3. Nivel de servicio

Se evaluará el efecto que producirá la alternativa en el nivel de servicio actual del tramo.

Puntuación máxima: Se mejora drásticamente el Nivel de Servicio con respecto a la situación actual. Con y sin variante de la Safor.

Puntuación mínima: Se empeora el Nivel de servicio de la carretera

11.4. Seguridad vial

Se evaluará el efecto de las medidas propuestas en cada alternativa en los problemas existentes en el ámbito de la seguridad vial.

Puntuación máxima: Resuelve todos los problemas en materia de seguridad vial.

Puntuación mínima: No resuelve todos los problemas de seguridad vial o hay incertidumbre en la resolución de estos.

11.5. Comparación económica

Se compararán los presupuestos base de licitación para cada una de las alternativas.

Esta comparación se realizará una vez hayan obtenido las conclusiones de los cuatro aspectos anteriores. Comparando la diferencia económica entre las alternativas con la mejora que supone cada una de ellas en el resto de factores.

11.6. Criterio de evaluación

Se otorgarán puntuaciones del 1 al 10 según los criterios para puntuaciones máximas y mínimas establecidos en los apartados anteriores.

11.7. Tabla comparativa

	Alternativa 1	Alternativa 2	
Movilidad de los usuarios	5	9	En la alternativa 1 no se da una solución a los problemas de giro a izquierda de los accesos o cambio de sentido desde el tronco de la N-332 En la alternativa 2 se soluciona los problemas de movilidad de manera efectiva
Accesibilidad a comercios	6	5	En la alternativa 1 se cierra el acceso 1 y se redirecciona a los usuarios al acceso 2 En la alternativa 2 se cierran los accesos 1 y 5 pero en ambos casos se da una vía alternativa para el acceso a los comercios
Nivel de servicio	5	8	En la alternativa 1 no se mejora el nivel de servicio de la vía En la alternativa 2 se mejora el nivel de servicio de la vía con y sin el efecto producido por la Variante de la Safor
Seguridad vial	7	9	En la alternativa 1 hay incertidumbre en la reducción de accidentes por alcances en el tronco principal de la N-332 En la alternativa 2 se solucionan todos los aspectos relacionados con la seguridad vial.
Total	23/40	31/40	

	ALTERNATIVA 1	ALTERNATIVA 2
PRESUPUESTO BASE DE LA LICITACIÓN	1,134,746.79 €	1,397,989.43 €

DIFERENCIA CUALITATIVA PORCENTUAL A FAVOR DE LA ALTERNATIVA 2	25.81%
--	---------------

DIFERENCIA ECONÓMICA PORCENTUAL A FAVOR DE LA ALTERNATIVA 1	18.83%
--	---------------



12. Conclusiones

Después de haber comparado ambas alternativas tanto cualitativa como cuantitativamente de la manera más objetiva posible, se elige la **Alternativa 2**.

Con todo lo anteriormente expuesto se consideran alcanzados los objetivos del presente análisis para la correcta consecución del Trabajo Fin de Grado llamado “Análisis funcional y de seguridad vial de la carretera N-332 a su paso por los términos municipales de Gandía y Bellreguart entre los PK 219+700 y 220+900” y se somete a aprobación del tribunal.

Valencia, septiembre 2019

Fdo. Renato A. Aragundi Echeverría