



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA

ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR
DE INGENIEROS DE CAMINOS,
CANALES Y PUERTOS



TÍTULO:

ESTUDIO DE SOLUCIONES PARA EL DESARROLLO DEL NUEVO TRAZADO DE LA CARRETERA N-340 EN EL TRAMO DE CONEXIÓN ENTRE LA AUTOVIA A-7 Y LA CARRETERA CV-41 A SU PASO POR LOS TÉRMINOS MUNICIPALES DE RANES Y XÀTIVA (VALENCIA)

SUBTÍTULO:

ALTERNATIVA 3: NUEVO TRAZADO PARA LA N-340 Y CONEXIÓN MEDIANTE UNA NUEVA GLORIETA SITUADA AL NORTE DE XÀTIVA

TITULACIÓN:

GRADO EN INGENIERÍA DE OBRAS PÚBLICAS

TUTOR:

EVARISTO MANUEL LÓPEZ PORTA

AUTOR:

HÉCTOR CASTELLANO VALDECANTOS

CURSO ACADÉMICO:

2015/2016

FECHA DE PRESENTACIÓN:

SEPTIEMBRE DE 2016

DOCUMENTO N° 1

MEMORIA

Autoría:

Héctor Castellano Valdecantos

ÍNDICE	
0. Autorías	4
1. Introducción.....	5
1.1. Objeto y antecedentes	5
1.2. Localización y ámbito de estudio	5
2. Estudios previos	6
2.1. Geología y geotecnia	6
2.2. Hidrología y drenaje.....	6
2.3. Tráfico.....	9
3. Hidrología y drenaje alternativa 3	11
4. Estudio de tráfico alternativa 3	13
4.1. Alternativa 3 – Carreteras	13
4.2. Alternativa 2 – Glorieta.....	13
4.3. Alternativa 3: Accidentabilidad	14
5.3.1. Accidentabilidad en la carretera N-340.....	14
5.3.2. Accidentabilidad en el nuevo tramo de conexión	14
5. Firmes y pavimentos alternativa 3	15
6. Trazado y replanteo alternativa 3	18
6.1. Trazado en planta	18
6.2. Trazado en alzado	19
6.3. Características de la glorieta.....	20
6.4. Análisis de consistencia	20
7. Movimiento de tierras alternativa 3	20
8. Señalización y balizamiento	21
8.2. Normativa vigente	21
8.2. Señalización vertical	21
8.3. Señalización horizontal	22
8.4. Balizamiento y defensas	23
8.5. Sistemas de contención	23
9. Valoración económica alternativa 3	25
10. Estudio de soluciones.....	25
11. Documentos que integran el proyecto.....	26
12. Índice de planos	27
ÍNDICE DE TABLAS	
Tabla 1 - Datos de las cuencas de estudio. Fuente: GVA.....	6
Tabla 2 - Clasificación del suelo. Fuente: Instrucción 5.2-IC <<Drenaje superficial>>	7
Tabla 3 - Umbrales de escorrentía para las cuencas de estudio. Fuente: Elaboración propia	7
Tabla 4 - Precipitación máxima diaria asociada a periodos de retorno.	8
Tabla 5 - Valores de K en función de las unidades de caudal y superficie. Fuente: Instrucción 5.1-IC ...	9
Tabla 6 - Resumen de resultados en las cuencas para periodos de retorno de 25 y 100 años.....	9
Tabla 7 - Datos de tráfico de la carretera N-340 en PK 850. Fuente: Ministerio de Fomento (2014).....	9
Tabla 8 - Incrementos de tráfico a utilizar en estudios. Fuente: BOE 2010.	9
Tabla 9 - Nivel de servicio para carreteras de dos carriles. Fuente: Manual de Capacidad.	10
Tabla 10 - Resumen de resultados en las cuencas para periodos de retorno de 25 y 100 años.	11
Tabla 11 - Caudal producido en los tramos de carretera.	11
Tabla 12 - Caudal total a desaguar en los tramos de carretera.....	12
Tabla 13 - Caudal a desaguar y caudal obtenido con la geometría elegida	12
Tabla 14 - Datos de tráfico de la N-340 en Pk 850. Fuente: Ministerio de Fomento (2014)	13
Tabla 15 - Datos de aforo de la carretera CV-41. Fuente: Generalidad Valenciana – CITMA.....	13
Tabla 16 - Hipótesis de incrementos de tráfico. Fuente: elaboración propia	13
Tabla 17 - Hipótesis de IMD en el año horizonte. Fuente: elaboración propia.	13
Tabla 18 - Datos del tráfico según las hipótesis asumidas. Fuente: elaboración propia.....	15
Tabla 19 - Categoría del tráfico pesado en ambos tramos de estudio.	15
Tabla 20 - Categoría de explanada de tramos de estudio. Fuente: elaboración propia.....	15
Tabla 21 - Clasificación del suelo en cada tramo. Fuente: estudio geotécnico.	15

Tabla 22 - Tipo de ligante a emplear en capa de rodadura y siguiente. Fuente: PG-3.....	16
Tabla 23 - Tipo de ligante a emplear en capa base, bajo otras dos. Fuente: PG-3.....	16
Tabla 24 - Comprobación de longitud para alineaciones rectas. Fuente: Elaboración propia	18
Tabla 25 - Comprobación de las curvas de transición. Fuente: Elaboración propia	19
Tabla 26 - Comprobación de inclinación de rasante. Fuente: Elaboración propia.....	19
Tabla 27 - Comprobación de parámetros de los acuerdos verticales. Fuente: Elaboración propia	20
Tabla 28 - Criterio I de Lamm	20
Tabla 29 - Criterio II de Lamm	20
Tabla 30 - Movimiento de tierras alternativa 3. Fuente: Elaboración propia.....	20
Tabla 31 - Tipo de señal acorde a la categoría de la carretera. Fuente: Elaboración propia.....	21
Tabla 32 - Barreras y pretilas que se utilizan en el tramo de estudio de la Alternativa 3.....	24

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 - Localización de la zona objeto de estudio	5
Figura 2 - Vista aérea de la zona objeto de estudio.....	5
Figura 3 - Mapa de isocotas de coeficientes correctores de escorrentía. Fuente: Instrucción 5.2-IC <<Drenaje superficial>>	7
Figura 4 - Obtención de valores de precipitación media y coeficiente de variación. Fuente: Ministerio de fomento	8
Figura 5 - Mapa del coeficiente corrector del umbral de escorrentía. Fuente: Instrucción 5.2-IC.....	8
Figura 6 - Sección del firme en la N-340	16
Figura 7 - Sección del firme en el tramo de conexión	17
APÉNDICE Nº 1: LEGISLACIÓN Y NORMATIVA VIGENTE APLICADA.....	28

0. AUTORIAS

Documento Nº 1: Memoria y anejos

- Memoria

Autoría: Héctor Castellano Valdecantos

- Anejo Nº 1: Localización y objetivos

Autoría: Antoni Prats Cerveró

Héctor Castellano Valdecantos

Sergio García Navarro

Víctor Alandete Cortina

- Anejo Nº 2: Geología y geotecnia

Autoría: Antoni Prats Cerveró

Héctor Castellano Valdecantos

Sergio García Navarro

Víctor Alandete Cortina

- Anejo Nº 3: Hidrología y drenaje

Autoría: Héctor Castellano Valdecantos

- Anejo Nº 4: Estudio de tráfico

Autoría: Héctor Castellano Valdecantos

- Anejo Nº 5: Firmes y pavimentos

Autoría: Héctor Castellano Valdecantos

- Anejo Nº 6: Trazado y replanteo

Autoría: Héctor Castellano Valdecantos

- Anejo Nº 7: Movimiento de tierras

Autoría: Héctor Castellano Valdecantos

- Anejo Nº 8: Señalización y balizamiento

Autoría: Héctor Castellano Valdecantos

- Anejo Nº 9: Justificación de la solución adoptada

Autoría: Héctor Castellano Valdecantos

Sergio García Navarro

Víctor Alandete Cortina

Documento Nº 2: Planos

- Planos

Autoría: Héctor Castellano Valdecantos

Documento Nº 3: Valoración económica

- Mediciones

Autoría: Héctor Castellano Valdecantos

- Presupuestos

Autoría: Héctor Castellano Valdecantos

- Resumen

Autoría: Héctor Castellano Valdecantos

1. INTRODUCCIÓN

1.1. Objeto y antecedentes

En el Trabajo Final de Grado presentado a continuación se va a proceder al desarrollo del <<Estudio de soluciones para el desarrollo del nuevo trazado de la carretera N-340 en el tramo de conexión entre la Autovía A-7 y la carretera CV-41 a su paso por los términos municipales de Llosa de Ranes y Xàtiva (Valencia). Alternativa 3: Nuevo trazado para la N-340 y conexión mediante una nueva glorieta situada al norte de Xàtiva.

El proceso va a consistir en la ejecución de un nuevo trazado para la N-340 eliminando los trenzados próximos a la salida de la Autovía A-7 y la proyección de un tramo de conexión nuevo con la CV-41 mediante una glorieta situada al norte de la localidad de Xàtiva.

En la N-340 se elimina el acceso directo a Llosa de Ranes desde la salida de la A-7 por lo que el trenzado que suponía un punto de conflicto entre vehículos se elimina y se canaliza el tráfico mediante la glorieta proyectada.

Con el nuevo tramo de conexión se va a disminuir el tiempo de llegada al Hospital de Xàtiva y a la estación de ferrocarril, sobre todo en hora punta de acceso al polígono. A su vez se consigue canalizar el tráfico a las afueras de la población por lo que supone una solución a los problemas de congestión en la entrada norte de la localidad.

Por último, se analizará mediante un estudio de soluciones multicriterio si es la variante más óptima de las propuestas.

1.2. Localización y ámbito de estudio

Gracias a la información descrita en el Anejo Nº 1 <<Localización y objetivos>>, la carretera N-340 objeto de estudio se sitúa en la provincia de Valencia y transcurre por los términos municipales de Llosa de Ranes y Xàtiva (Valencia).



Figura 1 - Localización de la zona objeto de estudio

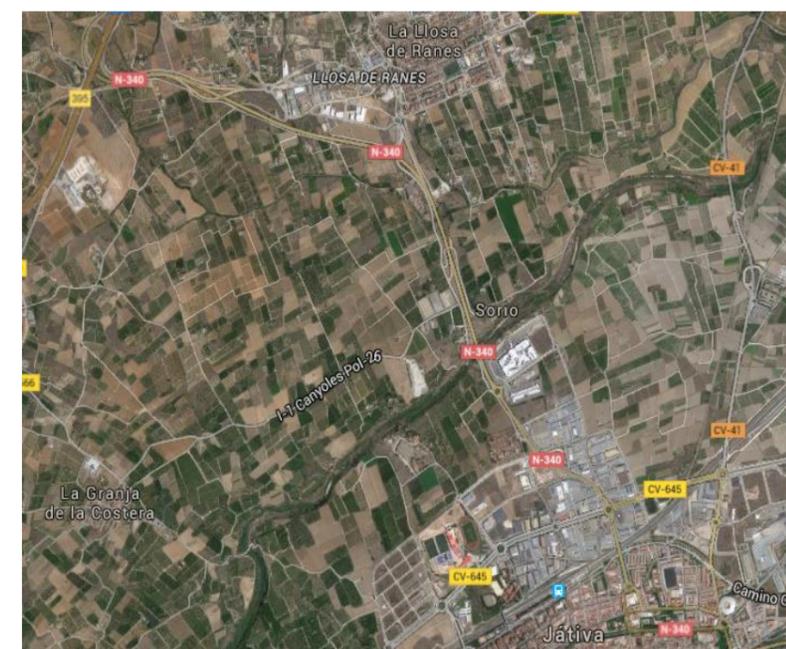


Figura 2 - Vista aérea de la zona objeto de estudio

2. ESTUDIOS PREVIOS

2.1. Geología y geotecnia

En el siguiente apartado se indican los resultados obtenidos en el Anejo Nº 2 <<Geología y geotecnia>>.

La información geotécnica se ha extraído de un informe geotécnico del terreno realizado por la empresa Grupo de Ingeniería y Arquitectura (GIA, S.L.) mientras que para la descripción del subsuelo se han utilizado mapas geológicos para obtener la información necesaria.

Seguidamente se indican las conclusiones que se han extraído del anejo mencionado:

- No existen espacios incluidos en ninguna categoría de protección medioambiental, dentro del ámbito inmediato de estudio.
- El área de estudio se localiza en el cuadrante sudoriental de la Hoja nº 769 (28-30, Navarrés) y en el cuadrante noroccidental de la hoja nº 795 (29-31, Xàtiva). Ambos mapas están a escala 1:50.000.
- La traza que se va a llevar a cabo para la ejecución del vial se sitúa sobre suelos originarios del periodo terciario y cuaternario. Los primeros se componen de calizas arcillosas y margas gris claro características del Mioceno superior. Los segundos, característicos del Holoceno, se componen de material Aluvial-Coluvial (arenas y cantos subangulosos) y Aluvial (arenas, limos y cantos sueltos).
- No se ha detectado la presencia de Nivel Freático por lo que se prevé que no influya en la obra.
- Se considera una excavabilidad del terreno normal, considerándose apropiados medios de excavación mecánicos convencionales.
- Los suelos excavados se pueden clasificar como tolerables para su aprovechamiento en terraplenes a ejecutar. El terreno vegetal se puede aprovechar en zonas ajardinadas, etc.
- El material de apoyo de la cimentación son suelos tolerables en aproximadamente 1 metro por debajo de la cota de explanada.
- Para los riesgos sísmicos se consideran los datos de la norma sismorresistente NCSP-07. Según el mapa de aceleraciones publicado en esta norma, el municipio de Xàtiva tiene asignado un valor de 0,07g siendo “g” el valor de aceleración de la gravedad.

2.2. Hidrología y drenaje

Se utiliza el Anejo Nº 3 <<Hidrología y drenaje>> para el desarrollo de este apartado.

En dicho anejo se realiza un estudio hidrológico de las cuencas interceptadas por la carretera, empleando el Método Racional para obtener los caudales de diseño de las obras de drenaje transversal y longitudinal siguiendo lo indicado en la Instrucción 5.2-IC de Drenaje Superficial.

Gracias a los datos obtenidos de la cartografía via web Terrasit de la GVA y mediante el servicio de cartografía vía web PATRICOVA de la GVA se obtienen los siguientes resultados:

Cuenca	Superficie (m ²)	Long. Cauce (km)	Cota máx. (m.s.n.m.)	Cota mín (m.s.n.m.)	Desnivel (m)
Cuenca 1	84.960,68	0,382	125,89	108,17	17,72
Cuenca 2	110.519,23	0,444	124,78	108,17	16,61

Tabla 1 - Datos de las cuencas de estudio. Fuente: GVA

A continuación se muestra la superficie de las cuencas mediante estas ilustraciones:



Figura 3 – Superficie de las cuencas

El tiempo de concentración, según la Instrucción 5.1-IC «Drenaje», es posible obtenerlo mediante la derivada de la fórmula siguiente, delimitada a cuencas con una superficie menor a 5.000Ha:

$$T_c = \left(\frac{0,871 \times L^3}{H} \right)^{0,385}$$

Donde:

- T_c : tiempo de concentración (horas).
- L : longitud del recorrido (km) desde el punto más alejado de la cuenca hasta el de desagüe.
- H : Densidad entre la cabecera de la cuenca y el punto de desagüe.

Por tanto, con los datos anteriormente citados se obtienen los siguientes tiempos de concentración:

$$T_{C,cuenca 1} = \left(\frac{0,871 \times 0,382^3}{17,72} \right)^{0,385} = 0,103 \text{ horas}$$

$$T_{C,cuenca 2} = \left(\frac{0,871 \times 0,444^3}{16,61} \right)^{0,385} = 0,125 \text{ horas}$$

Se utiliza el método de Témez para el cálculo del coeficiente de escorrentía:

$$C = \frac{\left[\frac{P_d}{P_o} - 1 \right] * \left[\frac{P_d}{P_o} + 23 \right]}{\left[\frac{P_d}{P_o} + 11 \right]^2}$$

Donde:

- P_d : precipitación diaria (mm).
- P_o : umbral de escorrentía (mm).

En primer lugar es necesario clasificar el suelo. En este caso, a partir de la tabla 2.2 de la Instrucción 5.2-IC, que se muestra a continuación, se deduce que la zona del proyecto es de tipo B (capacidad de infiltración moderada cuando los suelos están muy húmedos).

Grupo	Infiltración (cuando están muy húmedos)	Potencia	Textura	Drenaje
A	Rápida	Grande	Arenosa Areno-limosa	Perfecto
B	Moderada	Media a grande	Franco-arenosa Franca Franco-arcillosa-arenosa Franco-limosa	Bueno a moderado
C	Lenta	Media a pequeña	Franco-arcillosa Franco-arcillo-limosa Arcillo-arenosa	Imperfecto
D	Muy lenta	Pequeño (litosuelo) u horizontes de arcilla	Arcillosa	Pobre o muy pobre

Nota: Los terrenos con nivel freático alto se incluirán en el Grupo D.

Tabla 2 - Clasificación del suelo. Fuente: Instrucción 5.2-IC <<Drenaje superficial>>

Se determina que en la zona de estudio, la superficie de las cuenca vertiente se encuentra ocupada mayoritariamente por praderas con una pendiente mayor del 3% ($P_o = 23$ mm) y masa forestal clara ($P_o = 24$ mm).

Los umbrales de escorrentía definitivos se obtienen multiplicando los anteriores por el coeficiente corrector el cual está regionalizado mediante un mapa de isóneas en la Instrucción 5.2.- IC de «Drenaje Superficial».



Figura 3 - Mapa de isóneas de coeficientes correctores de escorrentía. Fuente: Instrucción 5.2-IC <<Drenaje superficial>>

Puesto que el tramo objeto de estudio se localiza en la provincia de Valencia, el coeficiente corrector regional será de 2,5.

Cuenca	Umbral de escorrentía (mm)	Umbral de escorrentía corregido (mm)
Cuenca 1	23	57,5
Cuenca 2	23	57,5
Carretera	1	2,5

Tabla 3 - Umbrales de escorrentía para las cuencas de estudio. Fuente: Elaboración propia

Para el cálculo de la lluvia de diseño se requiere conocer las coordenadas UTM de la zona de estudio. En este caso se trata del Huso 30, como se puede observar en la siguiente figura del Ministerio de Fomento. Por tanto, la precipitación máxima diaria asociada a cada período de retorno es:

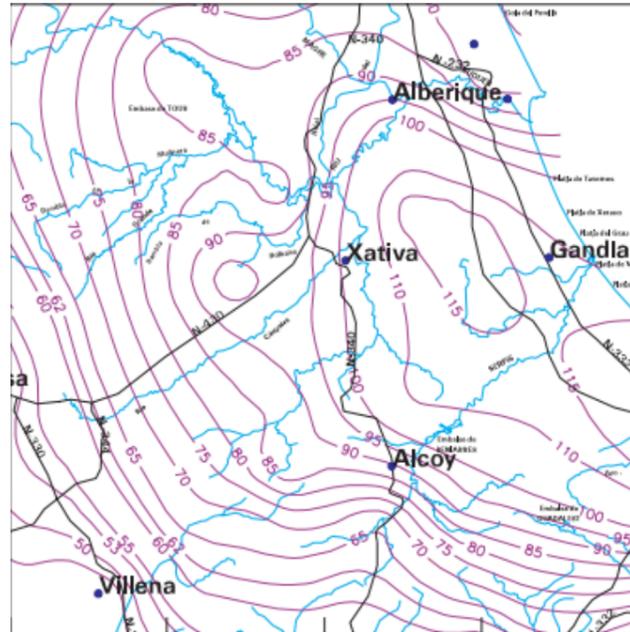


Figura 4 - Obtención de valores de precipitación media y coeficiente de variación. Fuente: Ministerio de fomento

Para la zona de estudio se obtiene $C_v = 0.51$ y $P = 95$

Para $C_v = 0.51$ y $T=25$ se obtiene $K_{25} = 2.068$

$P_{25} = 2.068 \times 95 = 196.46 \text{ mm}$

Para $C_v=0.51$ y $T=100$ se obtiene $K_{100} = 2.815$

$P_{100} = 2.815 \times 95 = 267.425 \text{ mm}$

T (años)	P _d (mm)
25	196,46
100	267,425

Tabla 4 - Precipitación máxima diaria asociada a periodos de retorno.

Para calcular la intensidad de lluvia se utiliza la formulación del apartado 2.3 de la Instrucción 5.2-IC <<Drenaje superficial>>. Corresponde a la curva intensidad-duración-frecuencia (IDF) de Témez cuya expresión es:

$$I_t = I_d \times \left(\frac{I_i}{I_d}\right)^{\left[\frac{28^{0,1} - t^{0,1}}{28^{0,1} - 1}\right]}$$

Donde:

- I_i : Intensidad media de la tormenta de diseño (mm/h).
- I_d : Intensidad media diaria (mm/h). Igual a $P_d/24$.
- P_d : Precipitación diaria máxima anual (mm) correspondiente al periodo de retorno considerado.
- I_1 : Intensidad media de la tormenta de 1 hora de duración (mm/h). Intensidad horaria.
- t : duración de la tormenta de diseño (horas) igual al tiempo de concentración de la cuenca.
- $I_i / I_d = \alpha$. Considerado también como índice de torrencialidad.

Para la resolución de las metodologías citadas en este apartado y el anterior es necesaria la obtención de los valores de los que dependen. Estos valores pueden ser determinados mediante la Instrucción 5.2-IC de Drenaje Superficial, como se ha nombrado anteriormente, a través de los gráficos, figuras y tablas siguientes:

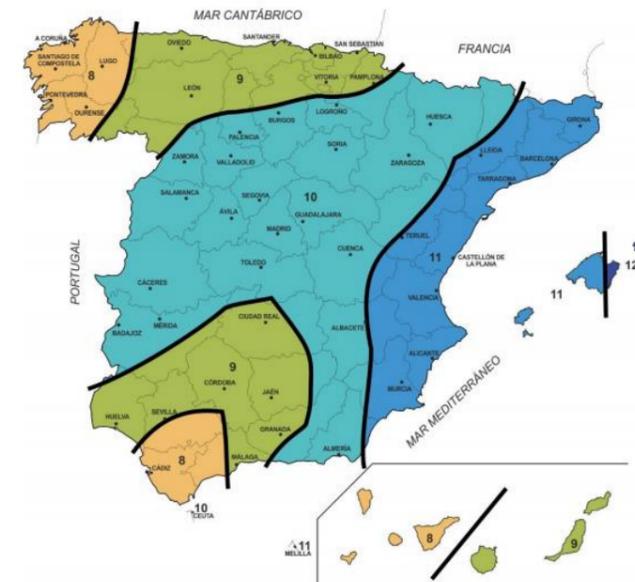


Figura 5 - Mapa del coeficiente corrector del umbral de escorrentía. Fuente: Instrucción 5.2-IC.

Por tanto, como se puede ver en la **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.** del presente anejo, para la zona de estudio se adoptará un factor de torrencialidad de 11. Este se ha citado anteriormente y se puede caracterizar como I_1 / I_d o α .

El período de retorno determina el nivel de riesgo que se asume para el cálculo de las obras de drenaje. Según la Instrucción 5.2 I.C., el período de retorno que se debe de adoptar es de 25 años para el diseño de las obras de drenaje longitudinal y de 100 años en el dimensionamiento de las obras de drenaje transversal, ya que se trata de una vía con IMD superior a 2.000 vehículos/día.

Se procede a la conversión de las precipitaciones en escorrentía. Esta se realizará mediante una modelización del flujo del agua en la cuenca a partir de los parámetros geomorfológicos y de la vegetación que presenta. Para esto se hará uso del Método Racional, contemplado en la Instrucción 5.2-IC de Drenaje Superficial.

Se emplean las siguientes fórmulas para su resolución:

$$Q = \frac{A \times I \times C}{K}$$

Donde:

- Q: caudal máximo previsible de avenidas (m^3/s)
- C: coeficiente de escorrentía
- I: intensidad media de precipitación (mm/h) para un periodo de retorno dado y correspondiente a una precipitación de duración igual al tiempo de concentración de la cuenca
- A: superficie de la cuenca aportadora (m^2)
- K: coeficiente que depende de Q y A, y que incluye un aumento del 20% en Q para tener en cuenta el efecto de las puntas de precipitación. Para Q (m^3/s) y A (m^2) su valor es de 3.000.000, tal y como se indica en la siguiente tabla:

Q en	A en		
	km ²	Ha	m ²
m ³ /s	3	300	3.000.000
l/s	0,003	0,3	3.000

Tabla 5 - Valores de K en función de las unidades de caudal y superficie. Fuente: Instrucción 5.1-IC

Se presenta una tabla con la recopilación final de resultados obtenidos gracias al desarrollo de los apartados anteriores:

Cuenca	Superficie (m ²)	Tiempo de concentración (h)	P _o (mm)	P _d (mm)	I _t / I _d	Intensidad (mm/h)	C	Caudal (m ³ /s)
Periodo de retorno T = 25 años								
Cuenca 1	84960,68	0,103	57,5	196,46	37,74	308,94	0,307	2,68
Cuenca 2	110.519,23	0,126	57,5	196,46	34,20	280,01	0,307	3,17
Periodo de retorno T = 100 años								
Cuenca 1	84960,68	0,103	57,5	267,425	37,74	420,54	0,412	4,91
Cuenca 2	110.519,23	0,126	57,5	267,425	34,20	381,15	0,412	5,78

Tabla 6 - Resumen de resultados en las cuencas para periodos de retorno de 25 y 100 años.

2.3. Tráfico

La información presentada a continuación se recoge en el Anejo Nº 4 <<Estudio de Tráfico>>.

En primer lugar, se va a proceder a delimitar el tramo objeto de estudio y caracterizar los flujos de tráfico que generan las poblaciones de La Llosa de Ranos, Sorio y Xàtiva con la carretera N-340 en el tramo de conexión con la A-7. Seguidamente, se evaluará el nivel de servicio actual y así poder justificar el cambio del trazado de la misma empleando para ello el Manual de Capacidad 2010 para Carreteras Convencionales de dos carriles.

Se dispone de los datos proporcionados por una estación de aforo permanente en el tramo de estudio del año 2014 con las siguientes características:

Ref.	IMD	%M	%L	%P	IMDMP	IMDext	%DíasAfo
V-205-2	16.800	0,33	92,83	6,85	31	203	100

Tabla 7 - Datos de tráfico de la carretera N-340 en PK 850. Fuente: Ministerio de Fomento (2014)

Para la estimación del tráfico en el año 2016 se han utilizado los factores de crecimiento facilitados por el Ministerio de Fomento en el Boletín Oficial del Estado «Instrucción sobre las medidas específicas para la mejora de la eficiencia en la ejecución de las obras públicas de infraestructuras ferroviarias, carreteras y aeropuertos».

Periodo	Incremento anual acumulativo
2013–2016	1,22 %
2017 en adelante	1,44 %

Tabla 8 - Incrementos de tráfico a utilizar en estudios. Fuente: BOE 2010.

Según el capítulo 7 perteneciente a la norma 3.1-IC, las dimensiones y características para una carretera C-100 son las siguientes:

- Carretera de calzada única
- Velocidad de proyecto: 100 km/h
- Ancho de carril: 3,5 m
- Ancho de arcén: 1,5 m
- Prohibición de adelantamiento en un 25 % del recorrido
- Tráfico en ambos sentidos equilibrado.

Una vez obtenidos los datos de aforo y las características principales de una carretera C-100 se procede a obtener los resultados esperados.

Para una velocidad media de recorrido (ATS) de 43,39 mi/h y un 82,02 % de tiempo en cola (PTSF) corresponde un nivel de servicio E.

Nivel servicio	de	Carreteras de clase I		Carreteras de clase II	Carreteras de clase III
		ATS (mi/h)	PTSF (%)	PTSF (%)	PFFS (%)
A		>55	≤35	≤40	>91,7
B		>50–55	>35–50	>40–55	>83,3–91,7
C		>45–50	>50–65	>55–70	>75,0–83,3
D		>40–45	>65–80	>70–85	>66,7–75,0
E		≤40	>80	>85	≤66,7
F		La demanda de tráfico excede la capacidad			

Tabla 9 - Nivel de servicio para carreteras de dos carriles. Fuente: Manual de Capacidad.

El nivel de servicio obtenido está por debajo del mínimo establecido por la Norma 3.1-IC. Por tanto, el tramo requiere una mejora no solo por el acceso al hospital para evitar la congestión y reducir la accidentabilidad, sino porque la carretera actual no cumple el nivel de servicio mínimo requerido.

3. HIDROLOGÍA Y DRENAJE ALTERNATIVA 3

La información presentada en el siguiente apartado se extrae íntegramente del Anejo Nº 3 «Hidrología y drenaje».

Los principales objetivos que se desarrollan en este punto son:

- Utilización de cunetas para recoger las aguas pluviales procedentes de la plataforma y de sus márgenes.
- Las aguas recogidas por las cunetas se debe evacuar a cauces naturales.
- Acondicionamiento de los cauces naturales interceptados para asegurar su continuidad.

El dimensionamiento hidráulico del drenaje superficial se realiza a partir del cálculo realizado en el análisis hidrológico anterior, con lo que se consigue dimensionar las obras necesarias para la canalización de la escorrentía superficial.

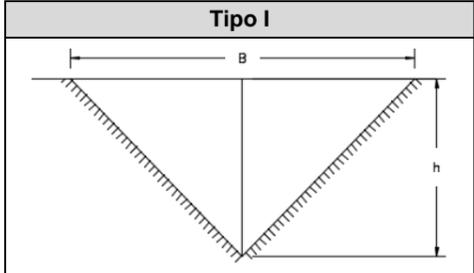
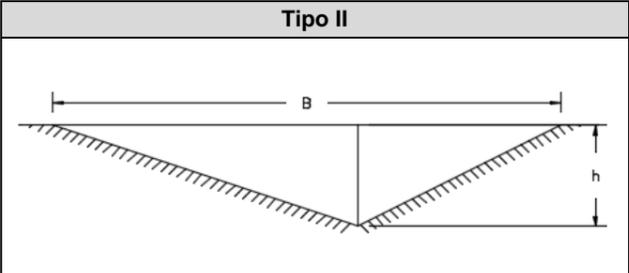
Se utiliza el método hidrometeorológico propuesto por la instrucción 5.2-IC «Drenaje Superficial» del Ministerio de Fomento por tratarse de una cuenca de pequeñas dimensiones, con un tiempo de concentración T_c inferior a seis horas.

El drenaje longitudinal pretende recoger la escorrentía superficial procedente de la plataforma de la carretera y de los márgenes que viertan hacia ella, y conducirlos a un punto de desagüe.

Se dispondrán cunetas en los desmontes y terraplenes donde la cuenca vertiente se vea interceptada por la vía, además de bajantes prefabricadas en los terraplenes de más de 2 metros de altura, tal y como indica la Instrucción 5.2 IC de «Drenaje Superficial», con una separación entre ellas de 30 metros por encontrarse la carretera en una zona de clima mediterráneo.

La cuneta tendrá igual pendiente longitudinal que la rasante de la carretera, salvo que sea necesario ceñirse más al terreno o modificar dicha pendiente para mejorar la capacidad de desagüe.

Las cunetas seleccionadas son triangulares y sus características se muestran a continuación:

Tipo I		Tipo II	
			
Talud interior	1V:1H	Talud interior	1V:3H
Talud exterior	1V:1V	Talud exterior	1V:2H
Ancho total B	2,4 m	Ancho total B	2,5 m
Calado h	1,2 m	Calado h	0,5 m
Revestimiento	Tierra desnuda	Revestimiento	Tierra desnuda

Cada tipo irá destinado a los diferentes tramos de la carretera proyectada.

Mediante los caudales obtenidos en el apartado 2 del presente anejo se ha conformado la siguiente tabla cuyos cálculos están obtenidos para un periodo de retorno de 25 años, tal y como se indica la Instrucción 5.2-IC.

Cuenca	Superficie (m ²)	Tiempo de concentración (h)	P _o	P _d	I/I _d	Intensidad (mm/h)	C	Caudal (m ³ /s)
Cuenca 1	84960,68	0,103	57,5	196,46	37,74	308,94	0,307	2,68
Cuenca 2	110519,23	0,126	57,5	196,46	34,20	280,01	0,307	3,17

Tabla 10 - Resumen de resultados en las cuencas para periodos de retorno de 25 y 100 años.

A continuación se realiza el cálculo del caudal que las precipitaciones vierten sobre los tramos de carretera. El tramo 1 corresponde a la salida de la A7 hasta la glorieta situada al sur de La Llosa, el tramo 2 va desde la glorieta hasta la entrada a la localidad de Xátiva, el tramo 3 desde la glorieta hasta la carretera CV-41 y por último el tramo 4 que va desde la glorieta a la localidad de La Llosa de Ranos.

Calzada o Talud	PK Inicio	PK Final	L _{cauce} (km)	Ancho (m)	Sup (m ²)	Pend (m/m)	T _c (h)	P _o (mm)	P _d (25 años)	I (mm/h)	C	Q (m ³ /s)
Tramo 1	0,00	2.341,50	2,341	10	23.415	0,01	1,38	2,5	196,46	73,83	0,982	0,57
Tramo 2	80,00	692,65	0,617	10	6.170	0,005	0,57	2,5	196,46	125,43	0,982	0,25
Tramo 3	811,85	1.856,10	1,875	10	18.750	0,009	1,18	2,5	196,46	81,38	0,982	0,50
Tramo 4	101,20	707,20	0,606	10	6.060	0,005	0,56	2,5	196,46	126,70	0,982	0,25

Tabla 11 - Caudal producido en los tramos de carretera.

Seguidamente, podemos observar los caudales a desaguar para cada tramo recogidos en la tabla:

Tramo	PK Inicio	PK Final	Cuenca	Caudal (m ³ /s)
Tramo 1	0,00	2.341,50	Cuenca 2 + Tramo 1	3,74
Tramo 2	80,00	692,65	Tramo 2	0,25
Tramo 3	811,85	1856,10	Tramo 3	0,50
Tramo 4	101,20	707,20	Tramo 4	0,25

Tabla 12 - Caudal total a desaguar en los tramos de carretera

- Tramo 1 = 3,74 < Cuneta 1 = 4,29 ---> Correcto
- Tramo 2 = 0,25 < Cuneta 2 = 0,54 ---> Correcto
- Tramo 3 = 0,50 < Cuneta 3 = 0,73 ---> Correcto
- Tramo 4 = 0,25 < Cuneta 4 = 0,54 ---> Correcto

Se demuestra que la geometría de las cunetas elegidas («tipo I» para el tramo 1 y «tipo II» para los tramos 2, 3 y 4) es compatible con el caudal que deben desaguar.

Se utiliza la fórmula de Manning-Strickler para poder estimar la capacidad de desagüe en elementos donde la pérdida de energía sea debida al rozamiento con cauces o conductos de paredes rugosas en régimen turbulento. Ésta se presenta a continuación:

$$Q = K \times S_m \times R h^{2/3} \times \sqrt{J}$$

Donde:

- Q: caudal, en m³/s
- K: coeficiente rugosidad.
- S_m: área de la sección mojada, en m². Para cunetas triangulares:

$$S_m = \frac{B \times h}{2}$$

- R_h: radio hidráulico. R_h = S_m / P_m
- P_m: perímetro mojado, en mm. Para cunetas triangulares:

$$P_m = h \times \left(\sqrt{1 + \text{talud}_{int}^2} + \sqrt{1 + \text{talud}_{ext}^2} \right)$$

- J: pendiente de la línea de energía. En este caso se considera igual a la pendiente longitudinal.

En la tabla se muestran los caudales que pueden desaguar las cunetas y seguidamente se comprueba que las cunetas son capaces de desaguar el caudal exigido

	T _{int}	T _{ext}	h (m)	K	J (m/m)	B (m)	S _m (m ²)	P _m (m)	R _h (m)	Q (m ³ /s)
1	1	1	1,20	50	0,01	2,40	1,44	3,124	0,460	4,29
2	3	2	0,5	50	0,005	2,50	0,625	5,102	0,122	0,54
3	3	2	0,5	50	0,009	2,50	0,625	5,102	0,122	0,73
4	3	2	0,5	50	0,005	2,50	0,625	5,102	0,122	0,54

Tabla 13 - Caudal a desaguar y caudal obtenido con la geometría elegida

4. ESTUDIO DE TRÁFICO ALTERNATIVA 3

4.1. Alternativa 3 – Carreteras

Todo lo presentado en este apartado se extrae del Anejo Nº 4 <<Estudio de tráfico>> y su objetivo es la obtención del nivel de servicio para la carretera proyectada en el año horizonte con un nivel de servicio D según establece la instrucción 3.1-IC para una carretera convencional C-100.

Se dispone de los datos proporcionados por una estación de aforo permanente en el tramo de estudio del año 2014 con las siguientes características:

Ref.	IMD	%M	%L	%P	IMDMP	IMDext	%DíasAfo
V-205-2	16.800	0,33	92,83	6,85	31	203	100

Tabla 14 - Datos de tráfico de la N-340 en Pk 850. Fuente: Ministerio de Fomento (2014)

Además, al haber un nuevo tramo que une la N-340 con la CV-41 se incorpora un nuevo aforo proveniente de esta última carretera.

CV	Tramo	PK Est	IMD 2010	IMD 2011	IMD 2012	IMD 2013	IMD 2014	%Pes 2014
CV-41	041040	12+800	8.237	8.056	7.789	7.406	7.337	2,7

Tabla 15 - Datos de aforo de la carretera CV-41. Fuente: Generalidad Valenciana – CITMA

Por tanto se estima el crecimiento mediante una hipótesis ajustada por mínimos cuadrados para el cálculo del incremento anual, siendo el incremento resultante:

	Incremento anual hipótesis ajustada (%)
2014 – 2017	-0,9
2018 – 2022	-0,3
2023 – 2027	0,45
2028 en adelante	0,9

Tabla 16 - Hipótesis de incrementos de tráfico. Fuente: elaboración propia

Obteniéndose los siguientes valores para el año horizonte:

	IMD 2014 (veh/d)	IMD año horizonte (2039) (veh/d)	%P año horizonte (2039)
N-340	16.800	16.839	7%
Tramo de conexión	2.935	2.942	7%

Tabla 17 - Hipótesis de IMD en el año horizonte. Fuente: elaboración propia.

Ya con los datos de aforo, se presentan los valores establecidos en la Norma 3.1-IC, capítulo 7, para una carretera C-100:

- Carretera de calzada única
- Velocidad de proyecto: 100 km/h
- Ancho de carril: 3,5 m
- Ancho de arcén: 1,5 m
- Tráfico en ambos sentidos equilibrado
- Se intenta establecer para el año horizonte un nivel de servicio D iterando con el porcentaje de prohibido adelantar.

Con el fin de obtener el nivel de servicio establecido por la norma 3.1-IC, se obtiene para la N-340 un porcentaje de adelantamiento prohibido inferior a 18% por lo que para el nuevo tramo de conexión resulta válido ya que permite valores de porcentaje de prohibición de adelantamiento inferiores a 65%.

4.2. Alternativa 2 – Glorieta

Se utiliza el método CETUR-86 para poder calcular la capacidad en glorietas. Para ello se emplea la siguiente fórmula:

$$Q_e < 1.500 - \frac{5}{6} \times (Q_c + 0,2 \times Q_s)$$

Siendo:

- Q_e : capacidad de la entrada. Para las glorietas será la IHP calculada anteriormente.
- Q_s : tráfico que sale por el mismo brazo.
- Q_c : tráfico que circula por delante de la entrada, en la calzada anular.

Se deben tener en cuenta las siguientes correcciones al método:

- Vehículos pesados: 2 vehículos ligeros equivalentes por cada vehículo pesado.
- Las glorietas de diámetro superior a 30 m con anchura media de la calzada anular de más de 8 metros podrían engendrar tráfico paralelo en el anillo, por lo que se utilizará como tráfico molesto el 70% del real. Esta condición se obtiene multiplicando el segundo sumando por 0,7.
- Si la entrada permite la doble circulación la capacidad de la misma aumenta en un 40%.
- Para situaciones en las que la calzada anular es de más de un carril se debe multiplicar la expresión por 1,4.

Por tanto, la fórmula queda de la siguiente forma:

$$Q_e = (1.500 - \frac{5}{6} \times (Q_c + 0,2 \times Q_s) \times 0,7) \times 1,4 \times 1,4$$

Los resultados obtenidos al aplicar la formula anterior son:

- Tramo 1: Resultando una capacidad de la glorieta de:

$$Q_e = 946 < \left(1.500 - \frac{5}{6} \times (1.428 + 0,2 \times 482) \times 0,7\right) \times 1,4 \times 1,4 = \mathbf{1.197} \text{ vtiq/h}$$

La capacidad de la glorieta es superior a la capacidad de entrada, por tanto cumple la condición.

- Tramo 2: Resultando una capacidad de la glorieta de:

$$Q_e = 482 < \left(1.500 - \frac{5}{6} \times (1.428 + 0,2 \times 946) \times 0,7\right) \times 1,4 \times 1,4 = \mathbf{1.091} \text{ vtiq/h}$$

La capacidad de la glorieta es superior a la capacidad de entrada, por tanto cumple la condición.

- Tramo 3: Resultando una capacidad de la glorieta de:

$$Q_e = 166 < \left(1.500 - \frac{5}{6} \times (1.428 + 0,2 \times 166) \times 0,7\right) \times 1,4 \times 1,4 = \mathbf{1.269} \text{ vtiq/h}$$

La capacidad de la glorieta es superior a la capacidad de entrada, por tanto cumple la condición.

4.3. Alternativa 3: Accidentabilidad

Para poder estimar la accidentabilidad se va hacer uso de la fórmula de Camacho (2015):

$$Y_{i,10} = e^{-4,16565} \times L^{0,97389} \times IMD^{0,61301}$$

Dicha fórmula estima el número de accidentes con víctimas en 10 años en las carreteras convencionales.

Siendo L la longitud del tramo en km y la IMD la intensidad media diaria en vehículos/día

5.3.1. Accidentabilidad en la carretera N-340

Los datos obtenidos para la N-340 son L = 2,341 km y una IMD = 16.839 vh/día por lo que se obtiene un resultado de 15 accidentes.

5.3.2. Accidentabilidad en el nuevo tramo de conexión

Los datos obtenidos para el nuevo trazado son L = 1,875 km y una IMD = 2942 vh/día por lo que se obtiene un resultado de 4 accidentes.

5. FIRMES Y PAVIMENTOS ALTERNATIVA 3

Se procede a explicar todo lo recogido en el Anejo Nº 5 <<Firmes y pavimentos>> en el cual se selecciona la sección de firme más adecuada para la alternativa 3 según los criterios contemplados en la Norma 6.1-IC (publicada en el B.O.E. de 12 de diciembre de 2003).

Como se ha obtenido anteriormente gracias a las hipótesis de crecimiento, se muestran los datos para el año de puesta en servicio:

TRAMO	IMD 2014 (veh/d)	IMD 2019 (veh/d)	%P	IMDp (veh/d)
N-340	16.800	16.252	7 %	1.138
Tramo de conexión	2.935	2.839	1,75 %	48

Tabla 18 - Datos del tráfico según las hipótesis asumidas. Fuente: elaboración propia.

Tanto para la N-340 como para el nuevo tramo de conexión el reparto entre sentidos se estima en un 50/50. De igual modo en ambos casos, al tratarse de una carretera convencional con 1 carril por sentido, la totalidad del tráfico de pesados actúa sobre el carril de proyecto, siendo los valores de tráfico para su dimensionamiento los siguientes:

TRAMO	IMDp	CATEGORÍA DEL TRÁFICO PESADO
N-340	569	T2
Tramo de conexión	24	T4.2

Tabla 19 - Categoría del tráfico pesado en ambos tramos de estudio.

Se decide para el tramo de la N-340 debido a que tiene una IMDp elevado la mejor categoría de la explanada, y para el tramo de conexión, debido a su muy bajo IMDp la categoría mínima que permite la norma.

Tramo	Categoría
N-340	E3
Tramo de conexión	E1

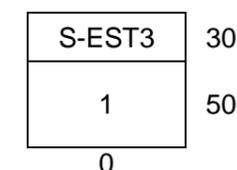
Tabla 20 - Categoría de explanada de tramos de estudio. Fuente: elaboración propia.

Gracias al Anejo Nº 2 <<Geología y geotecnia>> se determina que el terreno natural cuenta con la categoría y espesor suficientes como catalogar el suelo del siguiente modo:

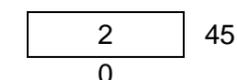
TRAMO	CLASIFICACIÓN
N-340	Tolerable
Tramo de conexión	Tolerable

Tabla 21 - Clasificación del suelo en cada tramo. Fuente: estudio geotécnico.

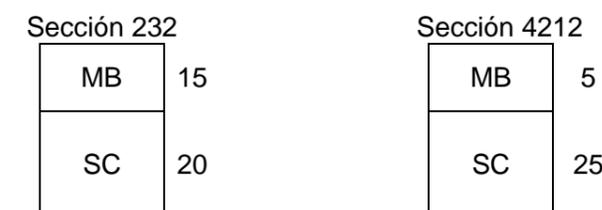
Para la N-340, se decide disponer suelo adecuado de 50 cm de espesor directamente sobre la base de suelo existente y sobre este se dispone de un Suelo Estabilizado In Situ 3 (S-EST3) con CEMENTO de 30 cm de espesor teniendo como fuente la «Norma 6.1-IC. Firmes» nombrada durante todo el apartado, con ello podremos conformar una explanada tipo E3.



Y para el tramo de conexión, para obtener una explanada E1 debe disponerse una capa de suelo seleccionado de 45 cm de espesor directamente sobre la base de suelo existente, teniendo como fuente la «Norma 6.1-IC. Firmes» nombrada durante todo el apartado.



Respecto a la obtención de los materiales para la sección del firme, según la Instrucción 6.1-IC las secciones de firme tipo que se escogen son:



Los espesores de las capas del firme y el tipo de mezcla vendrán determinados por las indicaciones del Pliego de Prescripciones técnicas (PG-3):

- En la N-340:
 - La mezcla bituminosa de la calzada se va a componer de una capa de rodadura semidensa AC22surf S de 5 cm de espesor y una capa base gruesa AC32baseG de 10 cm de espesor.
- En el tramo de conexión:
 - La mezcla bituminosa de la calzada se va a componer de una capa de rodadura semidensa AC22surf S de 5 cm de espesor.

Mientras que el tipo de ligante a emplear se escoge de las siguientes tablas:

ZONA TÉRMICA ESTIVAL	CATEGORÍA DE TRÁFICO PESADO					
	T00	T0	T1	T2 y T31	T32 y arcenes	T4
Cálida	35/50 BC35/50 PBM 25/55-65 PBM 45/80-65	35/50 BC35/50 PBM 25/55-65 PBM 45/80-60 PBM 45/80-65	35/50 50/70 BC35/50 BC50/70 PBM 45/80-60	50/70 70/100 BC50/70 PBM 45/80-60	50/70 BC50/70	50/70 70/100 BC50/70
Media	35/50 BC35/50 PBM 45/80-60 PBM 45/80-65	35/50 50/70 BC35/50 BC50/70 PBM 45/80-60	50/70 70/100 BC50/70 PBM 45/80-60	50/70 70/100 BC50/70		
Templada	50/70 BC50/70 PBM 45/80-60 PBM 45/80-65	50/70 70/100 BC50/70 PBM 45/80-60				

Tabla 22 - Tipo de ligante a emplear en capa de rodadura y siguiente. Fuente: PG-3

ZONA TÉRMICA ESTIVAL	CATEGORÍA DE TRÁFICO PESADO			
	T00	T0	T1	T2 y T3
Cálida	35/50 BC35/50 PBM 25/55-65	35/50 50/70 BC35/50 BC35/70	50/70 BC50/70	50/70 70/100 BC50/70
Media				
Templada		50/70 70/100 BC50/70	70/100	

Tabla 23 - Tipo de ligante a emplear en capa base, bajo otras dos. Fuente: PG-3

Los tramos objeto de estudio se encuentran en una zona térmica estival media.

➤ En N-340:

Para una categoría de tráfico T2 se decide utilizar en la capa de rodadura un 50/70. Y para la capa base un 70/100.

➤ En el tramo de conexión:

Para una categoría de tráfico T4.2 se decide utilizar en la capa de rodadura un 50/70.

Respecto a los riegos, se efectúa un riego de adherencia sobre las capas tratadas con cemento y sobre las capas de mezcla bituminosa.

Mientras que sobre las capas de materiales tratados con cemento y otros conglomerantes hidráulicos se realizará un riego de curado. En aquellos casos de capas que vayan a recibir un riego de adherencia, se procurará usar una emulsión bituminosa compatible con ambos tipos de riego.

Para arcenes de anchura superior a 1.25 m, su firme dependerá de la categoría de tráfico pesado prevista para la calzada y de la sección adoptada en ésta (según apartado 7 de la 6.1 IC).

➤ N-340:

Se dispondrá una capa de rodadura semidensa AC22surf S de 5 cm de espesor. Debajo del pavimento del arcén se dispondrá zahorra artificial hasta alcanzar la explanada (7.2.2- 6.1 IC). Para la categoría de tráfico T2 el pavimento del arcén se constituirá con las mismas capas de rodadura.

➤ Tramo de conexión:

Para una categoría de tráfico T4.2 el arcén, enrasado siempre con la calzada, podrá no estar pavimentado, o tener un pavimento constituido por un riego con gravilla. El firme del arcén estará constituido por zahorra artificial, procurando enrasar con una de las capas del firme de la calzada; y el resto, hasta la explanada, podrá ser de zahorra artificial o de suelo seleccionado. Si no se pavimentase se proyectarán arcenes con zahorras cuyos finos tengan un índice de plasticidad entre 6 y 10 (7.3-6.1 IC).

El resultado final es el presentado a continuación:

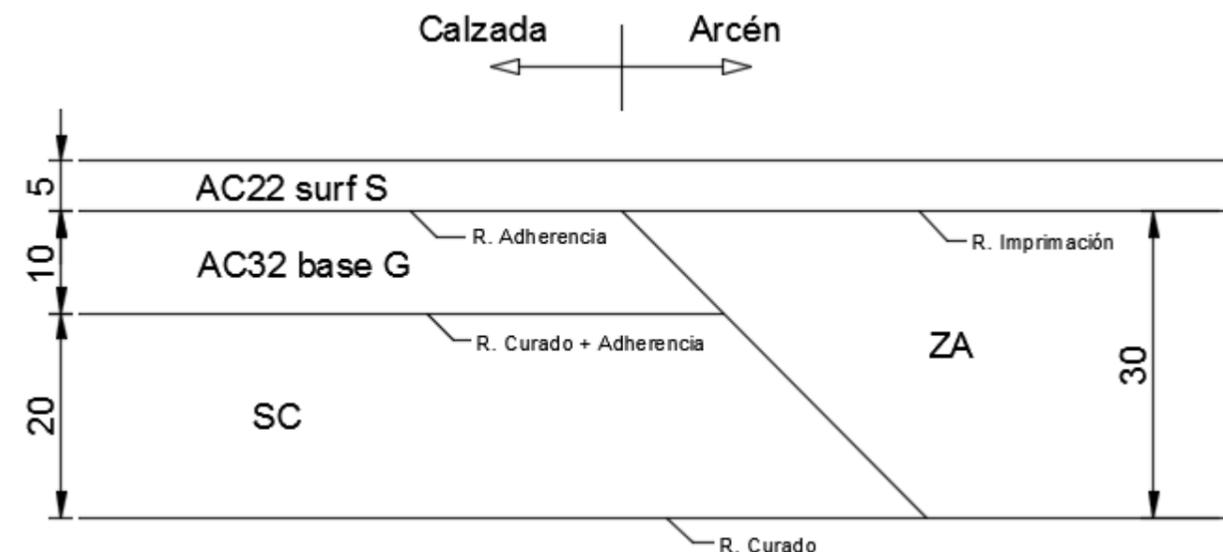


Figura 6 - Sección del firme en la N-340

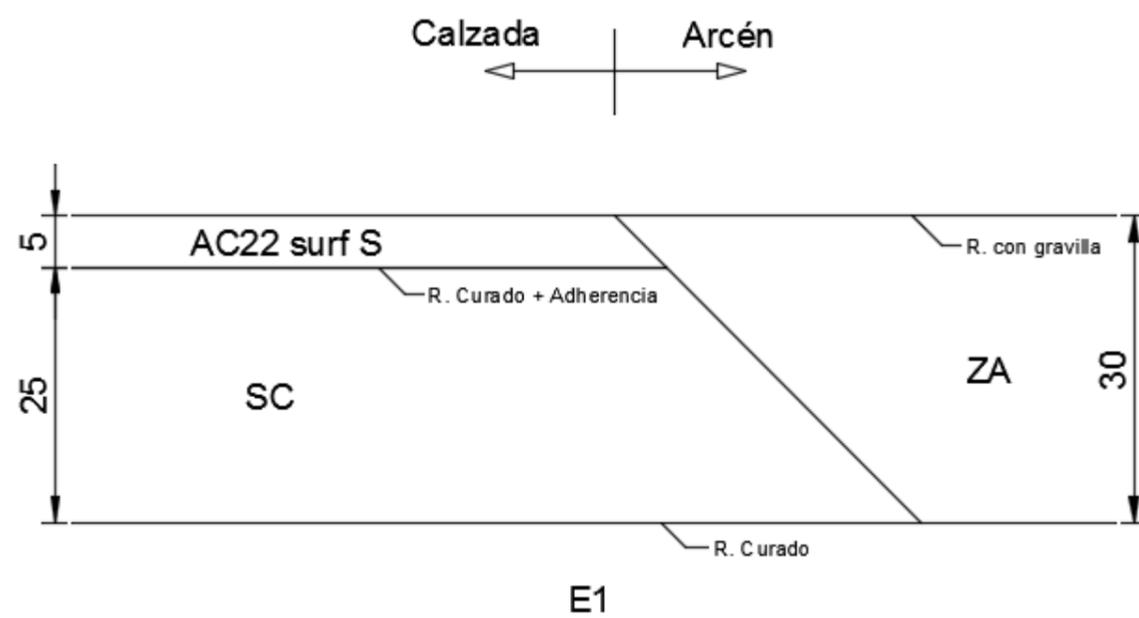


Figura 7 - Sección del firme en el tramo de conexión

6. TRAZADO Y REPLANTEO ALTERNATIVA 3

Seguidamente se resumirá la información que contiene el Anejo Nº 6 <<Trazado y replanteo>> en el cual se realiza la comprobación tanto en planta como en alzado de que la carretera objeto de estudio cumple con la Instrucción 3.1-IC además de un análisis de consistencia de la alternativa 3.

6.1. Trazado en planta

Alineaciones rectas:

Nombre	Tipo	Longitud (m)	Lmin	Lmax	Comprobación
Tramo 1					
Recta 1	S	-	139	1.670	-
Recta 2	O	597,642	279	1.670	Correcto
Recta 3	S	235,746	139	1.670	Correcto
Recta 4	O	162,833	278	1.670	No cumple
Tramo 2					
Recta 1	O	617,064	278	1.670	Correcto
Tramo 3					
Recta 1	O	316,876	278	1.670	Correcto
Recta 2	S	637,757	139	1.670	Correcto
Recta 3	O	431,047	278	1.670	Correcto
Tramo 4					
Recta 1	O	605,501	278	1.670	Correcto

Tabla 24 - Comprobación de longitud para alineaciones rectas. Fuente: Elaboración propia

Como podemos observar, en el primer tramo hay una recta que no cumple la comprobación indicada por la Instrucción 3.1-IC. Para solucionar este inconveniente la recta en cuestión tendrá la longitud mínima impuesta por dicha norma. Por lo que:

- Recta 4 del Tramo 1 = 278 metros de longitud

Alineaciones circulares:

Todas las curvas del trazado perteneciente a la Alternativa 3 tienen un radio de 470 metros y un peralte asociado de 8%, por lo que se puede afirmar que se cumplen los valores establecidos para una carretera convencional C-100.

Curvas de transición:

Se adoptará en todos los casos como forma de la curva de acuerdo una clotoide, cuya ecuación intrínseca es:

$$R \cdot L = A^2$$

Siendo:

- R = Radio de curvatura en un punto cualquiera.
- L = Longitud de la curva entre su punto de inflexión ($R = \infty$) y el punto de radio R.
- A = Parámetro de la clotoide, característico de la misma.

Los parámetros mínimos de A y L se han seleccionado teniendo en cuenta el criterio III-2 por ofrecer los resultados más restrictivos.

Nombre	Parámetro (m)	Longitud (m)	Amin	Lmin	Comprobación
Tramo 1					
Clotoide 1.1	205,00	89,415	187,87	75,10	-
Clotoide 1.2	205,00	89,415	187,87	75,10	Correcto
Clotoide 2.1	205,00	89,415	187,87	75,10	Correcto
Clotoide 2.2	205,00	89,415	187,87	75,10	Correcto
Clotoide 3.1	205,00	89,415	187,87	75,10	Correcto
Clotoide 3.2	205,00	89,415	187,87	75,10	Correcto
Tramo 2					
-	-	-	-	-	-

Tramo 3					
Clotoide 1.1	205,00	89,415	187,87	75,10	Correcto
Clotoide 1.2	205,00	89,415	187,87	75,10	Correcto
Clotoide 2.1	205,00	89,415	187,87	75,10	Correcto
Clotoide 2.2	205,00	89,415	187,87	75,10	Correcto
Tramo 4					
-	-	-	-	-	-

Tabla 25 - Comprobación de las curvas de transición. Fuente: Elaboración propia

6.2. Trazado en alzado

El trazado en alzado de una carretera o calzada se compondrá de la adecuada combinación de los siguientes elementos: rasante con inclinación uniforme (recta) y curva de acuerdo vertical (parábola).

Inclinaciones de rasante:

Nombre	Inclinación entrada (%)	Inclinación salida (%)	Inclinación mínima (%)	Inclinación máxima (%)	Comprobación
Tramo 1					
Rasante 1	-	-0,76	±0,5	±4	Correcto
Rasante 2	-0,76	-1,96	±0,5	±4	Correcto
Rasante 3	-1,96	-0,50	±0,5	±4	Correcto
Rasante 4	-0,50	-	±0,5	±4	Correcto
Tramo 2					
Rasante 1	-	0,53	±0,5	±4	Correcto
Rasante 2	0,53	0,50	±0,5	±4	Correcto
Rasante 3	0,50	-	±0,5	±4	Correcto

Tramo 3					
Rasante 1	-	-0,50	±0,5	±4	Correcto
Rasante 2	-0,50	-0,57	±0,5	±4	Correcto
Rasante 3	-0,57	0,50	±0,5	±4	Correcto
Rasante 4	0,50	-2,14	±0,5	±4	Correcto
Rasante 5	-2,14	0,50	±0,5	±4	Correcto
Rasante 6	0,50	-1,93	±0,5	±4	Correcto
Rasante 7	-1,93	-0,92	±0,5	±4	Correcto
Rasante 8	-0,92	1,06	±0,5	±4	Correcto
Rasante 9	1,06	-	±0,5	±4	Correcto
Tramo 4					
Rasante 1	-	-1,55	±0,5	±4	Correcto
Rasante 2	-1,55	-0,50	±0,5	±4	Correcto
Rasante 3	-0,50	-	±0,5	±4	Correcto

Tabla 26 - Comprobación de inclinación de rasante. Fuente: Elaboración propia

Respecto a los acuerdos verticales:

Nombre	Tipo	Kv	Comprobación
Tramo 1			
Acuerdo 1	Convexo	15.776	Cumple deseable
Acuerdo 2	Cóncavo	6.775	Cumple deseable
Tramo 2			
-	-	-	-

Tramo 3			
Acuerdo 1	Cóncavo	6.952	Cumple deseable
Acuerdo 2	Convexo	7.200	Cumple mínimo
Acuerdo 3	Cóncavo	4.400	Cumple mínimo
Acuerdo 4	Convexo	10.500	Cumple mínimo
Acuerdo 5	Cóncavo	4.500	Cumple mínimo
Acuerdo 6	Cóncavo	6.685	Cumple deseable
Tramo 4			
Acuerdo 1	Cóncavo	17.444	Cumple deseable

Tabla 27 - Comprobación de parámetros de los acuerdos verticales. Fuente: Elaboración propia

6.3. Características de la glorieta

Seguidamente se presentan las principales características de la glorieta, elemento que pertenece al trazado estudiado de la alternativa 3:

- Radio interior: 22,50 metros
- Radio exterior: 30,50 metros
- Número de carriles en la calzada anular: 2
- Ancho de carriles en la calzada anular: 3,5 metros
- Número de carriles en el ramal de entrada: 2
- Ancho de carriles en el ramal de entrada: 4 metros
- Número de carriles en el ramal de salida: 1
- Ancho de carriles en el ramal de salida: 4 metros

6.4. Análisis de consistencia

El análisis de consistencia realizado emplea los criterios de Lamm.

El criterio I mide la diferencia entre la velocidad de diseño y la velocidad de operación mientras que el criterio II mide la reducción de velocidad de operación entre elementos consecutivos.

Clasificación según el criterio I de Lamm:

	V85 - Vd
Buena	<10
Aceptable	10-20
Mala	>20

Tabla 28 - Criterio I de Lamm

Clasificación según el criterio II de Lamm:

	V85n - V85(n+1)
Buena	<10
Aceptable	10-20
Mala	>20

Tabla 29 - Criterio II de Lamm

Queda comprobado que cualquier tramo de la carretera estudiada en la alternativa 3 cumple con niveles de 92% <<bueno>> y 8% <<aceptable>>.

7. MOVIMIENTO DE TIERRAS ALTERNATIVA 3

La siguiente información recogida en una tabla se extrae del Anejo Nº 7 <<Movimiento de tierras>>.

	Desmonte total	Terraplén total	Diferencia
Autovía A-7 hasta la glorieta proyectada	100.400,12	9.230,83	91.169,29
Glorieta hasta la entrada norte de Xàtiva	18.901,40	12.376,57	6.524,83
Glorieta hasta la conexión con la CV-41	62.501,96	11.559,61	50.942,35
Glorieta hasta la entrada sur de Llosa	2.937,99	7.980,73	-5.042,74
TOTAL (metros cúbicos)			143.593,73

Tabla 30 - Movimiento de tierras alternativa 3. Fuente: Elaboración propia

En resumen, el total de tierras que generan excedente en la obra y que deben llevarse a vertedero es de 143.593,73 metros cúbicos.

8. SEÑALIZACIÓN Y BALIZAMIENTO

La información resumida a continuación se extrae del Anejo Nº 8 <<Señalización y balizamiento>> cuyo objetivo principal es describir el diseño realizado para la señalización vertical y horizontal, el balizamiento y las defensas para el trazado objeto desarrollado por la alternativa 3 del presente estudio.

8.2. Normativa vigente

Seguidamente se cita la normativa vigente aplicable a la elección de los distintos tipos de señalización y balizamiento:

➤ Señalización vertical

- Norma de Carreteras 8.1-IC <<Señalización Vertical>>, aprobada por la Orden FOM/534/2014 de 20 de marzo.
- Señales verticales de circulación. Tomos I y II. Características de las señales y Catálogo y significado de las señales (Mo Fomento, 1992)
- Circular sobre Señalización Vertical en las carreteras de la Comunidad Valenciana. Aprobada el 21 de junio de 1991 por la Consellería d'Obres Públiques, Urbanisme i Transport de la Generalitat Valenciana.

➤ Señalización horizontal

- Norma de Carreteras 8.2-IC <<Marcas Viales>>, aprobada por la Orden de 16 de julio de 1.987.

➤ Balizamiento y Defensas

- Orden Circular 35/2014 Sobre Criterios de Aplicación de Sistemas de Contención de Vehículos.
- Orden Circular 28/2009 sobre Criterios de aplicación de barreras de seguridad metálicas.

Mencionar también que se ha empleado para todas ellas el PG-3 <<parte 7ª: Elementos de señalización, balizamiento y defensa de las carreteras>>.

El tramo de conexión desde la N-340 con la CV-41 y la glorieta son de nueva construcción por lo que la señalización será de nueva implantación.

El tramo que va desde el enlace con la A7 hasta la glorieta situada en la entrada sur de La Llosa es parte de la carretera antigua y cuenta con una señalización que deberá adaptarse a las condiciones impuestas por las condiciones actuales de la circulación.

8.2. Señalización vertical

Gracias a la normativa ya citada las características geométricas de las señales serán las siguientes:

Tipo de señal	Dimensiones (cm)
Triangular	1350 (lado)
Circular	900 (diámetro)
Octogonal	900 (doble apotema)
Cuadrada	900 (lado)
Rectangular	1350 x 900 (lado por lado)

Tabla 31 - Tipo de señal acorde a la categoría de la carretera. Fuente: Elaboración propia

El material utilizado en señales y carteles, así como en elementos de sustentación y anclaje, será acero galvanizado y deberán mantener sus características frente a agentes atmosféricos. También destacar que las señales de código y los paneles direccionales serán reflectantes de nivel 2.

Siguiendo la norma 8.1-IC, para la definición de los carteles se empleará el alfabeto <<Carretera Convencional>> utilizando un tamaño básico de letra.

La altura básica requerida viene definida por la sección tipo de la vía y el tipo de cartel por lo que, según la normativa vigente, se exige una altura básica de 150 mm.

Seguidamente se presentan las señales que se emplean en el tramo objeto de estudio:

• SEÑALES DE ADVERTENCIA DE PELIGRO

P-4: Intersección con circulación giratoria

• SEÑALES DE PRIORIDAD

R-1: Ceda el paso

R-2: Detención obligatoria

- SEÑALES DE PROHIBICIÓN DE ENTRADA

R-101: Entrada prohibida

- SEÑALES DE PROHIBICIÓN O RESTRICCIÓN

R-301: Velocidad máxima

R-305: Adelantamiento prohibido

- SEÑALES DE OBLIGACIÓN

R-401a: Paso obligatorio

R-402: Intersección de sentido giratorio obligatorio

- SEÑALES DE ORIENTACIÓN:

S-200: Preseñalización de glorieta

S-300: Poblaciones de itinerario por carretera convencional

S-320: Lugares de interés por carretera convencional

S-600: Confirmación

M-1.3: Marca de separación de carriles normales de 10 cm de ancho, de módulo 7,5 m siendo el trazo de 2 m y el vano de 5,5 m. Para carreteras con velocidades inferiores a 60 km/h.

- Marcas longitudinales continuas:

M-2.2: Marca para ordenación de adelantamiento en calzada de dos carriles y doble sentido de circulación de 10 cm de ancho.

M-2.6: Marca de borde de calzada de 15 cm de ancho (arcén 1,5 m). Para carreteras con velocidades inferiores a 100 km/h.

Marcas viales transversales:

- Marcas transversales continuas:

M-4.1: Línea de detención de 40 cm de ancho.

- Marcas transversales discontinuas:

M-4.2: Línea de CEDA EL PASO de 40 cm de ancho, de módulo 1,20 m siendo el trazo de 0,80 m y el vano 0,40 m.

Esta marca obliga a los vehículos que circulen por los ramales de incorporación a las glorietas a ceder el paso a los vehículos que circulen por la calzada anular. Se dispone junto a la señal R-1.

- M-4.3: Paso para peatones, donde los conductores de vehículos o de animales deben dejarles paso. Ancho de bandas transversales de 4 metros.

Inscripciones:

- M-6.3: De STOP. Para carreteras con velocidades superiores a 60 km/h.

- M-6.5: De CEDA EL PASO

Otras marcas:

- M-5.5.: Flecha de retorno de 6 m de largo situada en el eje de la carretera, apuntando a la derecha, para anunciar la proximidad de una línea continua que implica la prohibición de circular por su izquierda.

8.3. Señalización horizontal

Las marcas viales serán de pintura blanca reflectante correspondiente a la referencia B118 de la norma UNE 48103 y pudiendo ser continuas o discontinuas.

Mencionar que según el artículo 700 del PG-3 se va a emplear pintura de tipo termoplástica.

Marcas viales longitudinales:

- Marcas longitudinales discontinuas:

M-1.2: Marca de separación de carriles normales de 10 cm de ancho, de módulo 12,5 m siendo el trazo de 3,5 m y el vano de 9 m. Para carreteras con velocidades entre 60 y 100 km/h.

- M-7.2.a: Cebreado para circulación en doble sentido con bandas de 40 cm de ancho separadas 1 m unas de otras.

Los ejes y borde de los viales de las glorietas se marcarán con líneas continuas de 10 cm de espesor con pintura reflexiva.

Los bordillos de las glorietas se pintarán alternativamente de color blanco y negro.

8.4. Balizamiento y defensas

La función principal del balizamiento es reforzar la percepción visual de los usuarios de la infraestructura.

Los elementos que se utilizan se desarrollan a continuación:

- Hitos de arista de tipo I:

Se disponen hitos de arista de tipo I (Carreteras convencionales de calzada única) a lo largo de la traza con el fin de balizar los bordes de carretera en horas nocturnas o cuando no haya visibilidad suficiente. Estarán separados 50 metros.

Sirven también para materializar los hectómetros.

- Balizas cilíndricas:

Empleo de balizas cilíndricas con dos franjas retrorreflectantes de 10 cm de altura de color blanco tipo CH-75 en las isletas deflectoras de las glorietas con el fin de definir mejor los movimientos de los conductores y resaltar zonas no pisables.

Constituidas de material polimérico de diámetro 20 cm y de altura entre 75 y 80 cm, cada 4 metros, y de color verde.

- Paneles direccionales:

Colocación de paneles direccionales en curvas cerradas. Estos son elementos compuestos por un sustrato rectangular, generalmente de acero galvanizado, con franjas retrorreflectantes en ángulo recto de color blanco (galones) sobre un fondo pintado de color azul oscuro.

Su función es la de marcar el trazado de una curva en relación con la reducción de velocidad que se tenga que realizar para circular por ella con mayor seguridad.

- Captafaros dobles:

Está comprobado que las marcas viales de la carretera pierden totalmente su efectividad en caso de lluvia, ya que no se produce la retrorreflexión debido a que éstas quedan cubiertas por una capa de agua, por lo que hay que emplear dispositivos no afectados por el agua, como los captafaros (comúnmente denominados "ojos de gato").

Estos elementos sirven como complemento de las marcas viales y buscan un aumento en la seguridad y comodidad para el usuario.

Los captafaros serán amarillos en la derecha y blancos en la izquierda, siendo su instalación de la siguiente forma:

- Cada 25 metros en el tronco de la vía.
- Cada 1,5 m entre los 0-15 metros de distancia a una intersección.
- Cada 3 m entre los 15-30 metros de distancia a una intersección.

Añadir también que se colocan en la zona de cebreado de los ramales de acceso a las glorietas, colocándose directamente sobre el firme de la carretera, adyacentes al borde interior de la marca vial

8.5. Sistemas de contención

La necesidad de instalación de barreras de seguridad se justifica por la existencia, a lo largo del trazado de la vía, de una serie de puntos con peligro para los usuarios.

Por ello, la selección del nivel de contención de una barrera de seguridad las cuales se disponen en los márgenes de la carretera se realiza en función del riesgo de accidente detectado.

Las barreras se situarán paralelas al eje de la carretera de forma que intercepten la trayectoria de los vehículos fuera de control que, de no estar aquellas, llegarían a alcanzar los desniveles u obstáculos.

Dos tablas nos dan información sobre el riesgo de accidente y el nivel de contención a escoger, criterios establecidos por la normativa presentada previamente.

La alternativa 3 desarrollada en el presente trabajo se clasifica con un riesgo de accidente <<Normal>> en los tramos de carretera y un riesgo <<Grave>> en los puentes.

A continuación, se procede a seleccionar la deflexión dinámica y la clase de anchura de trabajo. La normativa establece los criterios en función de la distancia al obstáculo que se desea proteger, por lo que se determina que la clase será de tipo W5.

Gracias a los datos obtenidos en el Anejo Nº04 – Estudio de tráfico, las barreras y pretilos que se instalarán en la alternativa 3 serán:

TRAMOS	Tipo de barrera	Tipo de pretil
Tramo 1	H1 W5	-
Tramo 2	H1 W5	-
Tramo 3	N2 W5	H2 W5
Tramo 4	H1 W5	-

Tabla 32 - Barreras y pretilos que se utilizan en el tramo de estudio de la Alternativa 3. Fuente: Elaboración propia

El tramo 1 corresponde a la salida de la A7 hasta la glorieta situada al sur de La Llosa, el tramo 2 va desde la glorieta hasta la entrada a la localidad de Xàtiva, el tramo 3 desde la glorieta hasta la carretera CV-41 y por último el tramo 4 que va desde la glorieta a la localidad de La Llosa de Ranos.

9. VALORACIÓN ECONÓMICA ALTERNATIVA 3

Se presenta un resumen del Documento Nº 3 <<Valoración económica>>:

Resumen de la valoración económica

Alternativa 3: Nuevo trazado para la N-340 y conexión mediante una nueva glorieta situada al norte de Xàtiva.

CAPÍTULO	RESUMEN	EUROS
01	Explicaciones	719.410,47
02	Drenaje	-
03	Estructuras	495.000
05	Firmes	6.461.726,4
07	Señalización, balizamiento y defensas	229.654,94
09	Seguridad y salud	30.000 €
10	Gestión de residuos	40.000 €
	TOTAL EJECUCIÓN	7.975.791,81
	13,00% Gastos generales	1.036.852,94
	6,00% Beneficio industrial	478.547,51
	SUMA TE + GG + BI	9.491.192,26
	21,00% IVA	1.993.150,38
	TOTAL PRESUPUESTO	11.484.342,64

El presupuesto general asciende a la expresada cantidad de **ONCE MILLONES CUATROCIENTOS OCHENTA Y CUATRO MIL TRESCIENTOS CUARENTA Y DOS EUROS con SESENTA Y CUATRO CÉNTIMOS**.

10. ESTUDIO DE SOLUCIONES

La información recogida en la siguiente tabla es el resultado del Anejo Nº 9 <<Justificación de la solución adoptada>>. Corresponde a una matriz que recoge los criterios establecidos junto a los coeficientes de ponderación homogeneizados para determinar la valoración final de cada alternativa.

Pesos ponderados	Alternativas Criterios	1	2	3	1	2	3
		Valores			Valores ponderados		
Criterio medioambiental							
0,04	Impacto visual	4	5	5	0,16	0,20	0,20
0,04	Ocupación	5	5	5	0,20	0,20	0,20
0,12	Interacción con las reservas naturales	5	4	3	0,60	0,48	0,36
Criterio económico							
0,4	Coste de ejecución	3	5	4	1,2	2	1,6
Criterio de seguridad vial y consistencia							
Características geométricas del trazado							
0,024	Longitud	5	3	4	0,12	0,07	0,10
0,024	Radio mínimo	5	5	5	0,12	0,12	0,12
0,072	Consistencia	5	5	5	0,36	0,36	0,36
0,18	Seguridad vial, accidentabilidad	5	3	4	0,90	0,54	0,72
Criterio territorial							
0,1	Tiempos de recorrido	3	5	4	0,3	0,5	0,4
TOTAL sobre 5					3,96	4,47	4,06

Las conclusiones que se pueden extraer de la tabla anterior son que la opción que mejor se adapta a los criterios y valores establecidos es la ALTERNATIVA 2 seguida de la alternativa 3 y alternativa 1.

Estas dos últimas también son viables pues poseen una puntuación elevada.

11. DOCUMENTOS QUE INTEGRAN EL PROYECTO

Estos son los documentos incluidos y que en su totalidad integran el proyecto:

- Documento Nº 1: Memoria y anejos
 - Memoria
 - Anejo Nº 1: Localización y objetivos
 - Anejo Nº 2: Geología y geotecnia
 - Anejo Nº 3: Hidrología y drenaje
 - Anejo Nº 4: Estudio de tráfico
 - Anejo Nº 5: Firmes y pavimentos
 - Anejo Nº 6: Trazado y replanteo
 - Anejo Nº 7: Movimiento de tierras
 - Anejo Nº 8: Señalización y balizamiento
 - Anejo Nº 9: Justificación de la solución adoptada
- Documento Nº 2: Planos
- Documento Nº 3: Valoración económica
 - Mediciones
 - Presupuesto
 - Resumen

12. ÍNDICE DE PLANOS

Información extraída del Documento Nº 2 - Planos

1. Trazado en planta (1) tramo 1
2. Trazado en planta (2) tramo 1
3. Perfil longitudinal tramo 1
4. Secciones transversales tramo 1
5. Señalización (1) tramo 1
6. Señalización (2) tramo 1
7. Trazado en planta tramo 2
8. Perfil longitudinal tramo 2
9. Secciones transversales tramo 2
10. Señalización tramo 2
11. Trazado en planta (1) tramo 3
12. Trazado en planta (2) tramo 3
13. Perfil longitudinal tramo 3
14. Secciones transversales tramo 3
15. Señalización (1) tramo 3
16. Señalización (2) tramo 3
17. Trazado en planta tramo 4
18. Perfil longitudinal tramo 4
19. Secciones transversales tramo 4
20. Señalización tramo 4
21. Carteles alternativa 3

APÉNDICE Nº 1: LEGISLACIÓN Y NORMATIVA VIGENTE APLICADA

- Grupo de Ingeniería y Arquitectura (GIA, S.L.) (2007): <<Informe geotécnico>>
- Instituto geológico y minero de España. Mapas geológicos
- Ministerio de Fomento (2007). Norma sismorresistente NCSP-07
- Ministerio de Fomento (1965). Instrucción 5.1 <<Drenaje>>
- Ministerio de Fomento (1990). Instrucción 5.2 <<Drenaje superficial>>
- Generalitat Valenciana. Servicio de cartografía web PATRICOVA
- Transportation Research Board (2010). Highway Capacity Manual
- Ministerio de Fomento (2000). Instrucción 3.1 <<Trazado>>
- Ministerio de Fomento (2010). BOE <<Instrucción sobre las medidas específicas para la mejora de la eficiencia en ejecución de las obras públicas de infraestructuras ferroviarias, carreteras y aeropuertos>>
- Ministerio de Fomento (2014). Mapas de tráfico
- CETUR (1986)
- Diputación de Valencia. SIG carreteras
- Ministerio de Fomento (2003). Instrucción 6.1 <<Secciones de firme>>
- Ministerio de Fomento (2015). PG-3 <<Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para Obras de Carreteras y Puentes>>
- Ministerio de Fomento (2014). Instrucción 8.1 <<Señalización vertical>>
- Ministerio de Fomento (1987). Instrucción 8.2 <<Marcas viales>>
- Ministerio de Fomento (2014). Orden Circular 35/2014 <<Criterios de aplicación de sistemas de contención de vehículos>>
- Ministerio de Fomento (2016). Orden Circular 37/2016 <<Base de precios de referencia de la Dirección General de carreteras>>
- Navarro Edo, Sara. Jiménez Gómez, Amalia (2015): <<Estudio de alternativas para la mejora del tráfico en la intersección de la carretera CV-405 con la CV-415, TM. Monserrat (Valencia)>>
- Miralles Lisarde, David (2015): <<Enlace con glorietas tipo "pesas" en término municipal de Chiva (Valencia)>>
- Camacho Torregrosa, Francisco Javier (2016). Curso básico AutoCAD Civil 3D – 2016/16