

# ANEJO N° 03

## HIDROLOGÍA Y DRENAJE

***Autoría:***

*Héctor Castellano Valdecantos*

ÍNDICE

1. Introducción.....3

2. Hidrología e hidráulica.....3

2.1. Hidrología .....3

2.1.1. Datos de partida .....3

2.1.2. Tiempo de concentración .....3

2.1.3. Coeficiente de escorrentía.....4

2.1.4. Máxima precipitación diaria para un periodo de retorno dado.....5

2.1.5. Metodología del cálculo de la intensidad de la lluvia.....5

2.1.6. Metodología de cálculo con el método racional .....6

3. Drenaje.....7

3.1. Drenaje longitudinal .....7

3.2. Drenaje transversal.....8

4. Alternativa 3 .....9

4.1. Introducción .....9

4.2. Drenaje longitudinal .....9

4.2.1. Cunetas.....9

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1- Cotas de las cuencas de estudio. Fuente: PATRICOVA.....3

Tabla 2- Clasificación del suelo. Fuente: Instrucción 5.2-IC. Drenaje superficial. ....4

Tabla 3- Umbrales de escorrentía para las cuencas de estudio .....5

Tabla 4- Precipitación máxima diaria asociada a periodos de retorno. ....5

Tabla 5- Valores de K en función de las unidades de caudal y superficie. Fuente: Instrucción 5.1-IC. ....6

Tabla 6- Resumen de resultados en las cuencas para periodos de retorno de 25 y 100 años.....7

Tabla 7- Caudal producido en los tramos de carretera. ....10

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1- Mapa de isolíneas de coeficientes correctores de escorrentía..... 4

Figura 2- Obtención de valores de precipitación media y coeficiente de variación..... 5

Figura 3- Mapa del coeficiente corrector del umbral de escorrentía. Fuente: Instrucción 5.2-IC. .... 6

APÉNDICE Nº1: CARACTERÍSTICAS DE LA CUENCA.....11

APENDICE Nº2: VISUALIZACIONES DE OBRAS DE DRENAJE EXISTENTES.....13

Tabla 8- Caudal total a desaguar en los tramos de carretera..... 10

Tabla 9- Coeficiente de rugosidad K a utilizar en la fórmula de Manning-Strickler. Fuente: 5.2-IC ..... 10

Tabla 10- Caudal a desaguar y caudal obtenido con la geometría elegida ..... 10

1. INTRODUCCIÓN

El objetivo de este anejo es el estudio hidrológico y el análisis de la hidrología 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 Xativa (Valencia)».

2. HIDROLOGÍA E HIDRÁULICA

En este apartado se va a determinar el caudal de diseño de cada una de las obras de drenaje de la carretera.

Se realizará el 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.

2.1. Hidrología

La necesidad del cálculo de la hidrología viene dada por la interrupción de una cuenca con la obra que va a ser realizada.

Se realizará el estudio hidrológico de las cuencas interceptadas por la carretera, para obtener los caudales de cálculo de las obras de drenaje transversal y longitudinal.

Si la cuenca de aportación a la obra de drenaje es pequeña, la Instrucción 5.2.-I.C. permite el uso de métodos hidrometeorológicos para el cálculo del caudal de drenaje.

Esta norma considera que el límite para considerar si una cuenca es pequeña o no, es que el tiempo de concentración sea inferior o superior a seis horas.

Como se justifica posteriormente, las cuencas definidas se pueden considerar pequeñas.

2.1.1. Datos de partida

A partir del Apéndice nº01, obtenido mediante el servicio de cartografía vía web Terrasit de la GVA, que permite medir áreas y longitudes, se delimita el área de la cuenca tributaria interceptada por la carretera a través de las curvas de nivel del mapa topográfico.

A continuación, mediante el servicio de cartografía vía web PATRICOVA de la GVA se obtienen las cotas máxima y mínima de la cuenca junto a sus coordenadas.

Cuenca	Superficie (m²)	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- Cotas de las cuencas de estudio. Fuente: PATRICOVA.

2.1.2. Tiempo de concentración

El tiempo de concentración corresponde al mayor tiempo de viaje de una gota dentro de la cuenca, excluyendo la escorrentía subterránea. Para determinarlo hay que tener en cuenta la pendiente del terreno, la cantidad y tipo de vegetación existente, la capacidad de infiltración del suelo, etc.

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:

Tc = ((0,871 x L³) / H) ^ 0,385

Donde:

- T<sub>c</sub>: tiempo de concentración (horas).
- L: longitud del recorrido (km) desde el punto más alejado de la cuenca hasta el de desagüe.
- H: Desnivel 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:

Tc,cuenca 1 = ((0,871 x 0,382³) / 17,72) ^ 0,385 = 0,103 horas

Tc,cuenca 2 = ((0,871 x 0,444³) / 16,61) ^ 0,385 = 0,125 horas

La instrucción 5.2 establece que, para los casos de carreteras, el tiempo de recorrido en flujo difuso es apreciable, por lo que la fórmula anterior no resulta aplicable y se empleará un tiempo de concentración de 5 minutos (0,083 h) para recorridos por la plataforma menores de 30 metros, o de 10 minutos (0,167 h) para longitudes entre 30 y 150 metros.

2.1.3. Coeficiente de escorrentía

El coeficiente de escorrentía se define como la proporción de intensidad de lluvia que genera escorrentía superficial. Para obtener dicho coeficiente se hace uso del método de Témez, por tanto, este coeficiente depende del parámetro del modelo de infiltración ( $P_o$ , umbral de escorrentía) y de la magnitud del aguacero ( $P_d$ ), para obtener más exactitud en el método.

Este coeficiente, cuando la lluvia es inferior al umbral de escorrentía será igual a cero, no puede ser negativo. Este se determina por tanto mediante:

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

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.

Esto se debe –como se puede observar en el mapa geológico del IGME que se encuentra en el Apéndice nº 01 del anejo correspondiente al estudio geológico y geotécnico– a que se trata de suelos de tipo Aluvial (arenas, limos y cantos sueltos-Q2AI2), Aluvial-Coluvial (arenas y cantos subangulosos-Q2AI-C), además de suelos con Calizas Arcillosas y Margas Gris Claro (T1C-BC).

En este grupo, el B, se incluyen los suelos en los que, al aumentar la humedad, la infiltración es moderada, la profundidad del suelo es media-grande y su textura es franco-arenosa, franco-arcillosa o franco-limosa. Son suelos con drenaje de bueno a moderado.

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 isolíneas en la Instrucción 5.2.- IC de «Drenaje Superficial».



Figura 1- Mapa de isolíneas 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 escorrentia (mm)	Umbral de escorrentia corregido (mm)
Cuenca 1	23	57,5
Cuenca 2	23	57,5
Carretera	1	2,5

Tabla 3- Umbrales de escorrentia para las cuencas de estudio. Fuente: elaboración propia.

2.1.4. Máxima precipitación diaria para un periodo de retorno dado

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:

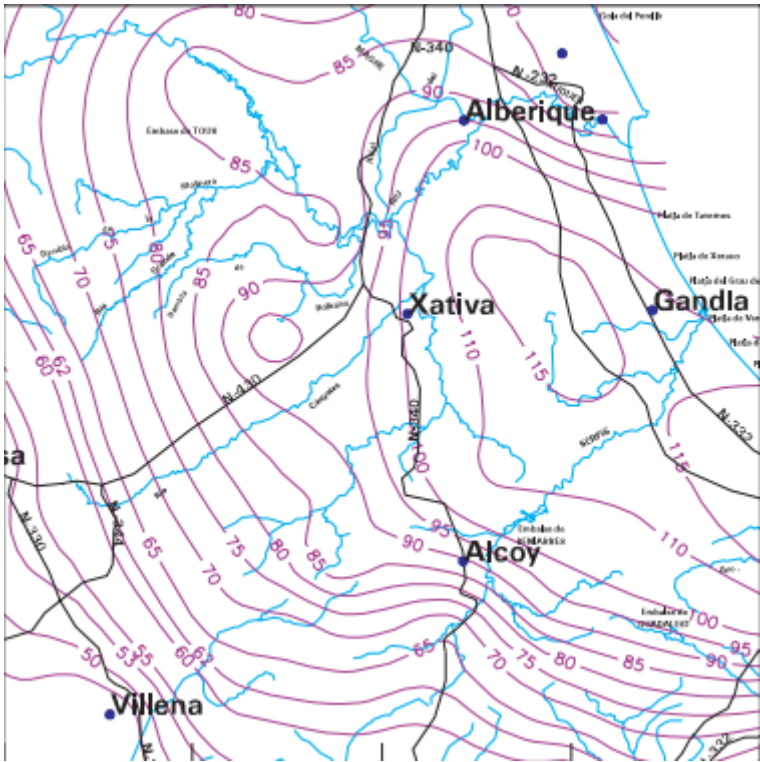


Figura 2- Obtención de valores de precipitación media y coeficiente de variación. Fuente: Ministerio de Fomento.

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 <sub>d</sub> (mm)
25	196,46
100	267,425

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

2.1.5. Metodología del cálculo de la intensidad de la lluvia

En este apartado se analizará la lluvia de diseño que se obtiene mediante la formulación del apartado 2.3 de la Instrucción 5.2.-I.C «Drenaje Superficial». Este corresponde a la curva intensidad-duración-frecuencia (IDF) de Témez cuya expresión es la siguiente:

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

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:



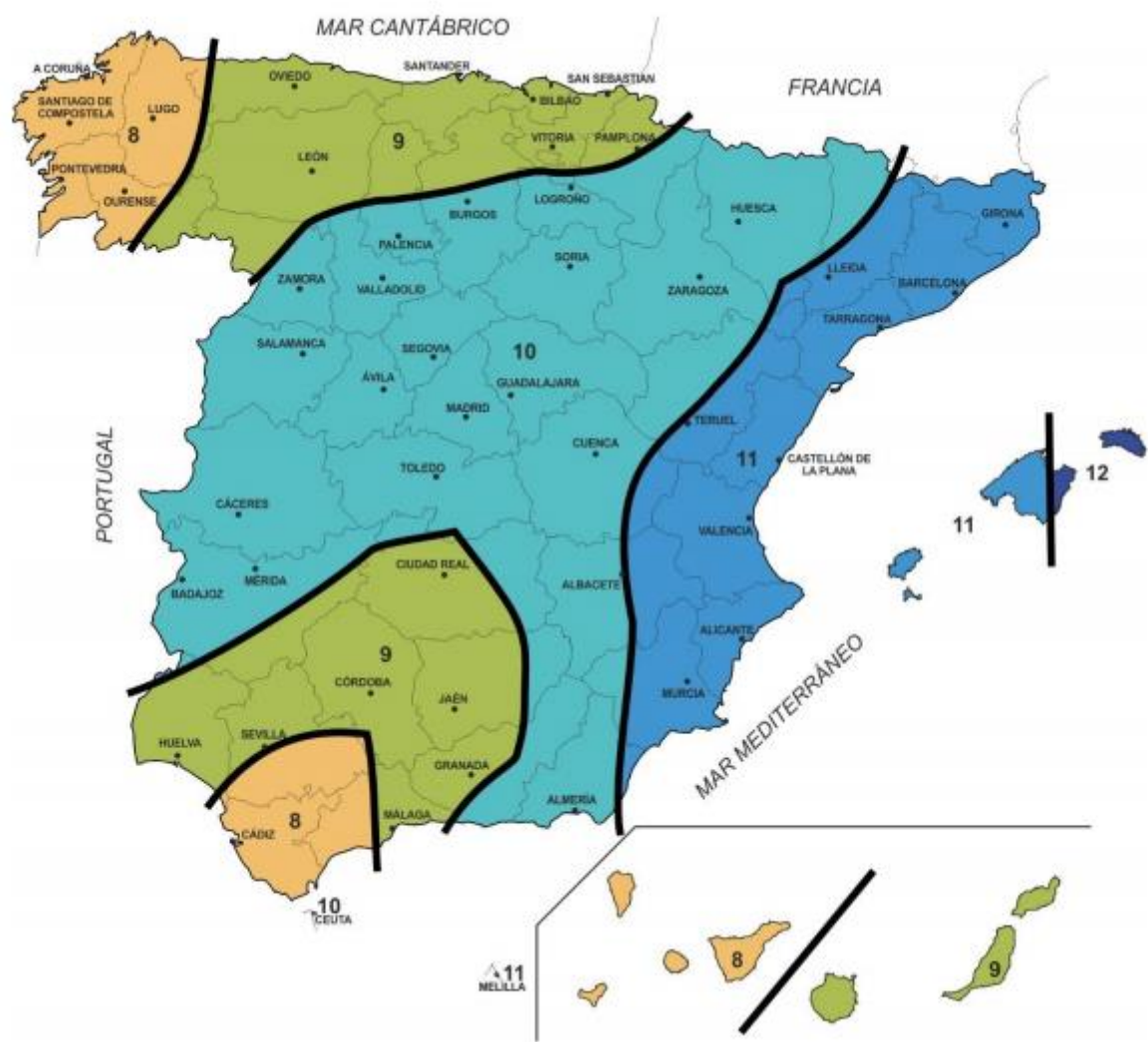


Figura 3- Mapa del coeficiente corrector del umbral de escorrentía. Fuente: Instrucción 5.2-IC.

Estas curvas relacionan la intensidad media máxima anual para una determinada duración, para un periodo de retorno o nivel de probabilidad. Con estas curvas queda reflejado el hecho de que las precipitaciones de mayor intensidad se producen en pequeños periodos de tiempo.

Por tanto, se adopta la menor duración de la lluvia de diseño que permita que toda la superficie de la cuenca aporte caudal para considerar así el caso más desfavorable, es decir, que el agua caída en toda la cuenca alcance el punto de vertido.

Por tanto, como se puede ver en la Figura 3 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  $\alpha$ .

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.

2.1.6. Metodología de cálculo con el método racional

Las obras de drenaje son necesarias cuando las precipitaciones entran en contacto con la infraestructura y las cuencas vertientes en esta.

Se utilizan los datos calculados en el apartado anterior para la obtención de los caudales de diseño en esta metodología.

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 (m³/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 (m²)
- 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 (m³/s) y A (m²) su valor es de 3.000.000, tal y como se indica en la siguiente tabla:

Q en	A en		
	km²	Ha	m²
m³/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.

Por tanto, se determina este coeficiente para un periodo de 25 años, el cual servirá en el diseño de las obras de drenaje longitudinal y, por otro lado, un periodo de 100 años, lo que en este caso servirá en las obras de drenaje transversal.

$$C_{longitudinal} = \frac{\left[\frac{196,46}{57,5} - 1\right] * \left[\frac{196,46}{57,5} + 23\right]}{\left[\frac{196,46}{57,5} + 11\right]^2} = 0,307$$
$$C_{transversal} = \frac{\left[\frac{267,425}{57,5} - 1\right] * \left[\frac{267,425}{57,5} + 23\right]}{\left[\frac{267,425}{57,5} + 11\right]^2} = 0,412$$

Finalmente, se procede a la determinación de la intensidad de lluvia media y concluir con el cálculo del caudal máximo previsible en avenidas:

- Cuenca 1:

$$I_{t,longitudinal} = \frac{196,46}{24} \times 11^{\left[\frac{28^{0,1}-0,103^{0,1}}{28^{0,1}-1}\right]} = 308,94 \text{ mm/h}$$
$$Q_{longitudinal} = \frac{84.960,68 \times 308,94 \times 0,307}{3.000.000} = \mathbf{2,68 \text{ m}^3/s}$$
$$I_{t,transversal} = \frac{267,425}{24} \times 11^{\left[\frac{28^{0,1}-0,103^{0,1}}{28^{0,1}-1}\right]} = 420,54 \text{ mm/h}$$
$$Q_{transversal} = \frac{84.960,68 \times 420,54 \times 0,412}{3.000.000} = \mathbf{4,91 \text{ m}^3/s}$$

- Cuenca 2:

$$I_{t,longitudinal} = \frac{196,46}{24} \times 11^{\left[\frac{28^{0,1}-0,125^{0,1}}{28^{0,1}-1}\right]} = 280,01 \text{ mm/h}$$
$$Q_{longitudinal} = \frac{110.519,23 \times 280,01 \times 0,307}{3.000.000} = \mathbf{3,17 \text{ m}^3/s}$$
$$I_{t,transversal} = \frac{267,425}{24} \times 11^{\left[\frac{28^{0,1}-0,125^{0,1}}{28^{0,1}-1}\right]} = 381,15 \text{ mm/h}$$
$$Q_{transversal} = \frac{110.519,23 \times 381,15 \times 0,412}{3.000.000} = \mathbf{5,78 \text{ m}^3/s}$$

Cuenca	Superficie (m²)	Tiempo de concentración (h)	P <sub>o</sub> (mm)	P <sub>d</sub> (mm)	I <sub>t</sub> / I <sub>d</sub>	Intensidad (mm/h)	C	Caudal (m³/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.

3. DRENAJE

3.1. Drenaje longitudinal

Su función es recoger la escorrentía superficial procedente de la plataforma de la carretera y de los márgenes que viertan hacia ella, y conducirlas a un punto de desagüe.

Se considera un período de retorno de 25 años para estas cunetas, ya que la Instrucción de Carreteras 5.2-IC de «Drenaje Superficial» indica que éste es el nivel de riesgo que hay adoptar para el drenaje longitudinal.

La pendiente adoptada en cada tramo es la pendiente longitudinal media del mismo. Esta cuneta tiene que ser capaz de trasegar el máximo caudal calculado para este tipo de obra de drenaje.

Se requerirá la realización de drenaje longitudinal si en las soluciones propuestas interfiere en dicha cuenca, objeto que se desarrolla en cada una de las alternativas.

### 3.2. Drenaje transversal

El objetivo principal de la obras de drenaje transversal es garantizar la continuidad del cauce natural de la cuenca interceptada alterándola lo menos posible, permitiendo su paso bajo la infraestructura. Esta se deberá conseguir sin grandes sobreelevaciones que puedan provocar aterramientos, ni aumentos de la velocidad o erosiones, pudiendo hacer peligrar la estabilidad si no se adoptan medidas adecuadas.

Para la resolución de ésta, la mejor implantación de la obra de drenaje transversal es la coincidente con la dirección del cauce y con la pendiente del mismo. También se debe determinar un periodo de retorno de 100 años, como se ha distinguido en la realización de los cálculos en el anterior apartado.

La carretera actual N-340 dispone de obras de drenaje que permiten intuir la posición de cauces naturales. Por tanto, la ubicación de las obras de drenaje buscará los cauces marcados, prolongando las obras de drenaje existentes en aquellos puntos en que el nuevo trazado coincida con el existente.



4. ALTERNATIVA 3

4.1. Introducción

Para el análisis del drenaje superficial del proyecto es necesario tener en cuenta los siguientes puntos:

- 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.

4.2. Drenaje longitudinal

El drenaje longitudinal pretende recoger la escorrentía superficial procedente de la plataforma de la carretera y de los márgenes que viertan hacia ella, y conducirlas 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.

Como complemento se colocan bordillos que permitan recoger el agua de la plataforma y dirigirla a las bajantes prefabricadas.

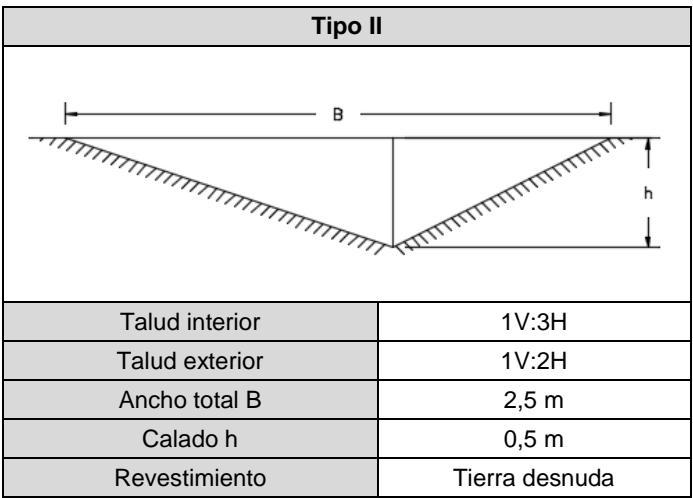
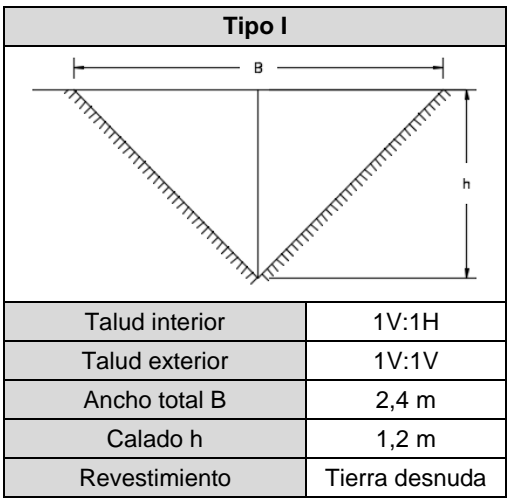
4.2.1. Cunetas

Una cuneta es una zanja longitudinal abierta en el terreno junto a la plataforma.

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.

4.2.1.1. Características geométricas

Se opta por elegir cunetas triangulares con las siguientes características geométricas y materiales:



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

4.2.1.2. Caudal a evacuar por las cunetas

Mediante los caudales obtenidos en el apartado 2 del presente anejo se ha conformado la siguiente tabla, donde se resumirán los tramos de cuneta que se han definido, indicando su situación, el tipo de cuneta empleado y el caudal que ha de desaguar, especificando las áreas asociadas a cada tramo de drenaje longitudinal.

Los cálculos están obtenidos para un periodo de retorno de 25 años, tal y como se indica la Instrucción 5.2-IC.

Cuenca	Superficie (m²)	Tiempo de concentración (h)	P <sub>o</sub>	P <sub>d</sub>	I <sub>f</sub> /I <sub>d</sub>	Intensidad (mm/h)	C	Caudal (m³/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 6- 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 Ranes.

Calzada o Talud	PK Inicio	PK Final	L <sub>cauce</sub> (km)	Ancho (m)	Sup (m²)	Pend (m/m)	T <sub>c</sub> (h)	P <sub>o</sub> (mm)	P <sub>d</sub> (25 años)	I (mm/h)	C	Q (m³/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 7- 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 (m³/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 8- Caudal total a desaguar en los tramos de carretera

#### 4.2.1.3. Cálculo hidráulico de las cunetas

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:

$$Q = K \times Sm \times Rh^{2/3} \times \sqrt{J}$$

Donde:

- Q: caudal, en m³/s
- K: coeficiente rugosidad. Se obtiene de la Tabla 9, mostrada a continuación.
- Sm: área de la sección mojada, en m². Para cunetas triangulares:

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

- Rh: radio hidráulico. Rh = Sm / Pm
- Pm: perímetro mojado, en mm. Para cunetas triangulares:

$$Pm = h \times \left( \sqrt{1 + talud_{int}^2} + \sqrt{1 + talud_{ext}^2} \right)$$

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

En tierra desnuda	Superficie uniforme	40-50
	Superficie irregular	30-50
En tierra	Con ligera vegetación	25-30
	Con vegetación espesa	20-25
En roca	Superficie uniforme	30-35
	Superficie irregular	20-30
Fondo de grava	Cajeros de hormigón	50-60
	Cajeros encachados	30-45
Encachado		35-50
Revestimiento bituminoso		65-75
Hormigón proyectado		45-60
Tubo corrugado	Sin pavimentar	30-40
	Pavimentado	30-50
Tubo de fibrocemento	Sin juntas	100
	Con juntas	85
Tubo de hormigón		60-75

Tabla 9- Coeficiente de rugosidad K a utilizar en la fórmula de Manning-Strickler. Fuente: 5.2-IC

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 <sub>int</sub>	T <sub>ext</sub>	h (m)	K	J (m/m)	B (m)	Sm (m²)	Pm (m)	Rh (m)	Q (m³/s)
1	1	1	1,20	50	0,01	2,40	1,44	3,124	0,460	<b>4,29</b>
2	3	2	0,5	50	0,005	2,50	0,625	5,102	0,122	<b>0,54</b>
3	3	2	0,5	50	0,009	2,50	0,625	5,102	0,122	<b>0,73</b>
4	3	2	0,5	50	0,005	2,50	0,625	5,102	0,122	<b>0,54</b>

Tabla 10- Caudal a desaguar y caudal obtenido con la geometría elegida

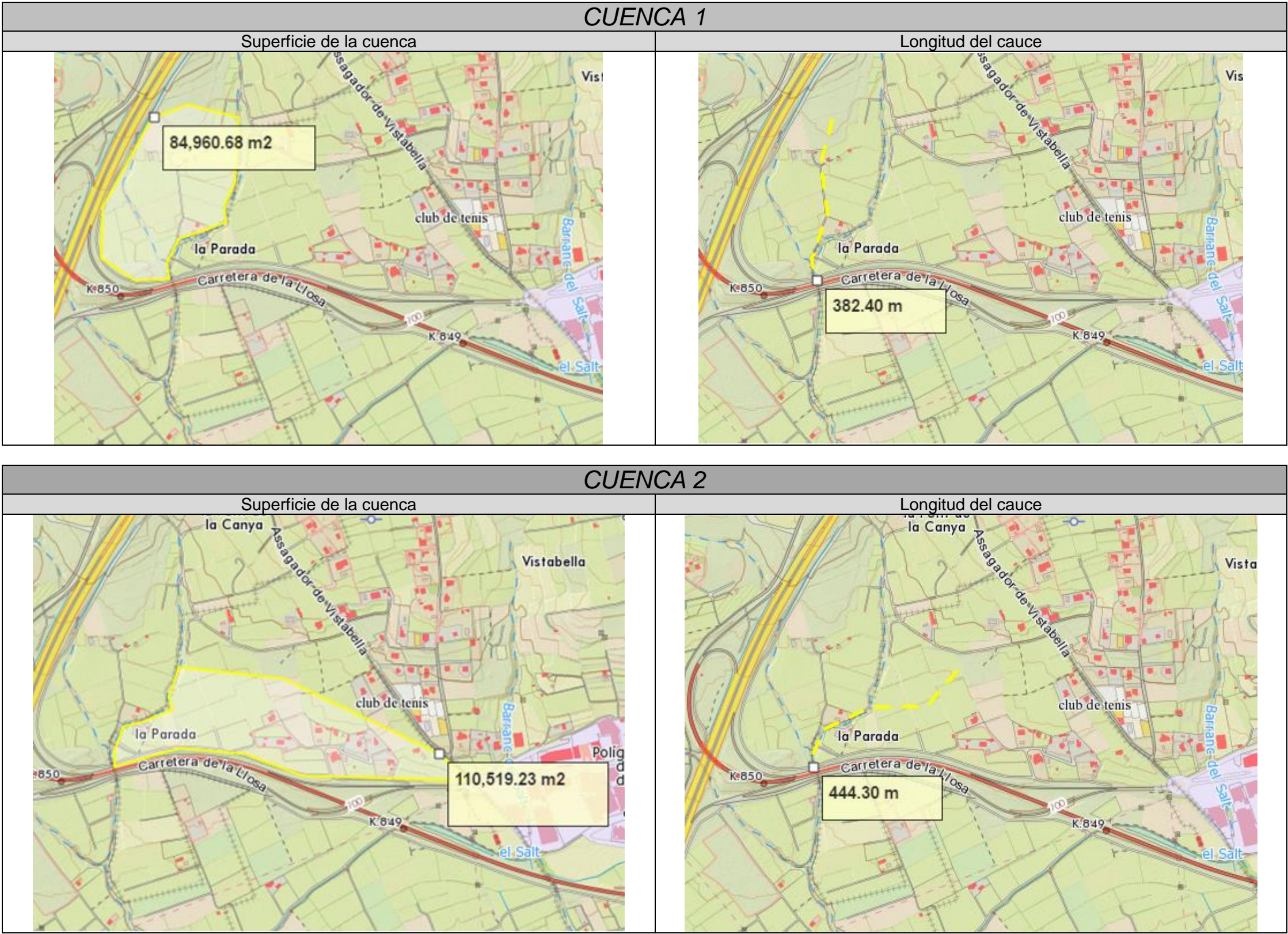
- Tramo 1 = 3,74 < Cuneta 1 = 4,29 ---> Correcto
- Tramo 2 = 0,25 < Cuneta 2 = 0,54 ---> Correcto
- Tramo 3 = 0,50 < Cuneta 3 = 0,73 ---> Correcto
- Tramo 4 = 0,25 < Cuneta 4 = 0,54 ---> Correcto

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.

# APÉNDICE N° 1

## CARACTERÍSTICAS DE LA CUENCA





# APÉNDICE Nº 2

## VISUALIZACIONES DE OBRAS DE RENAJE EXISTENTES




*Mapa de puntos de visualizaciones*





Visualizaciones Punto 1	
	
Conexión A7 con N-340	Talud lateral N-340

Visualizaciones Punto 2		
		
Cuneta N-340 dirección A7	Detalle obra de drenaje. N-340	Bajante de talud

Visualizaciones Punto 3			
			
Cuneta tipo trapecial dirección Xàtiva	Detalle obra drenaje. N-340	Cuneta natural N-340	Talud y cuneta natural

Visualizaciones Punto 4	
	
Detalle talud paso superior	Talud vegetal N-340



Visualizaciones punto 5		
		
Paso superior sobre cauce. N-340	Paso superior sobre cauce. N-340	Bajante de talud hacia cauce

Visualizaciones punto 6	
	
Cuneta trapezoidal y arqueta	Arqueta en el lateral N-340

Visualización punto 7	Visualizaciones punto 8	
		
Bajante de talud y cauce	Cuneta de tierra N-340 hacia La Llosa	Cuneta de tierra N-340 dirección Xàtiva

Visualizaciones punto 9		
		
Puente sobre rio Canyoles	Rio Canyoles. Paso superior N-340	Puentes sobre rio. N-340 hacia Xàtiva