



10 Eranskinak
Klimatologia, Hidrologia eta Drenajea

Galdakaon (Mercadillo-Irubide), N-634
errepidean, 103+200 PK-tik 104+200Pk-ra
sarbideen berrantolaketa.

2020ko Abendua

Anejo nº 10
Climatología, Hidrologia y Drenaje

Reordenación de accesos en la carretera N-
634 del P.K 103+200 al P.K 104+200
(Mercadillo-Irubide) en Galdakao

Diciembre 2020



**Bizkaiko Foru
Aldundia**
**Diputación
Foral de Bizkaia**



UTE DAIR-INGEPLAN

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN	1
2. ESTUDIO HIDROLOGICO.....	1
2.1. INTRODUCCIÓN	1
2.2. FASES DEL ESTUDIO DE HIDROLOGÍA.....	1
2.3. DETERMINACIÓN DE LAS CUENCAS.....	1
2.4. DETERMINACIÓN DE LA MÁXIMA PRECIPITACIÓN DIARIA	2
2.4.1. Frecuencia de presentación de aguaceros.....	2
2.4.2. Obtención de las curvas intensidad-duración	2
2.4.3. Datos pluviométricos	3
2.4.3.1. Intensidades máximas anuales registradas.....	3
2.4.3.2. Ajustes a la ley de Gúmbel	5
2.4.3.3. Tabla de resultados numéricos	6
Gráficos de los ajustes	6
2.4.3.4. Ajuste de las curvas intensidad-duración	7
2.4.3.5. Gráficos de las curvas ID	8
Precipitación máxima diaria. Resultados	9
2.5. CORRECCIONES A EFECTUAR AL VALOR DE LA PRECIPITACIÓN MÁXIMA DIARIA ..	9
2.6. DETERMINACIÓN DE LA INTENSIDAD DE LLUVIA DE DISEÑO	9
2.7. DETERMINACIÓN DE LOS CAUDALES DE DISEÑO	10
3. ELEMENTOS DE DRENAJE	12
3.1. OBRAS DE CONDUCCIÓN	12
3.2. CUNETAS	12
3.2.1. Cuneta triangular 1,00 metro de ancho	12
3.2.2. Cuneta trapecial en coronación de muro	12
3.3. CAÑOS Y COLECTORES	12
3.3.1. Caños nuevos	12
3.3.2. Red de colectores	12
3.4. RÍGOLAS	13
3.5. SUMIDEROS.....	13
3.6. DRENES SUBTERRÁNEOS	14
3.7. BAJANTES.....	14

APÉNDICE Nº 10.1: CÁLCULOS HIDRÁULICOS

1. INTRODUCCIÓN

El objeto del presente Anejo es la descripción del proceso de diseño y dimensionamiento de los diversos elementos de drenaje de las aguas superficiales proyectadas para el Proyecto de “Reordenación de accesos en la carretera N-634 del P.K 103+200 al P.K 104+200 (Mercadillo-Irubide) en Galdakao”.

Cada uno de dichos elementos cumple una función diferente dentro del esquema general.

Los elementos que componen el drenaje proyectado son:

- Cunetas.
- Sumideros.
- Bajantes prefabricadas.
- Drenes subterráneos.
- Obras de conducción y cauces menores.

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

Los caudales de diseño se obtienen a partir de datos de precipitación y de las características de las cuencas vertientes, según el método que se describe a continuación, y que es el recogido en la Instrucción 5.2-IC “Drenaje superficial” de la Dirección General de Carreteras.

Indicar que el cálculo hidráulico se ha realizado teniendo en cuenta las cuencas que afectan directamente a la plataforma de la traza proyectada.

En la actualidad la red de drenaje de este tramo lo comprenden cunetas triangulares de y de arquetas con rejilla y una serie de caños transversales y redes de colectores.

El drenaje existente en la actualidad a lo largo de toda la traza se muestra en los planos N° 11.2 Servicios afectados: Pluviales.

2. ESTUDIO HIDROLOGICO

2.1. INTRODUCCIÓN

El estudio hidrológico se realiza debido a la necesidad de determinar los caudales de diseño en base a los que se procede a dimensionar los elementos de recogida y evacuación, el drenaje y la restitución de la continuidad de los cauces naturales.

Se estudiarán aquellos aspectos relativos al régimen de precipitaciones para calcular los caudales de diseño y se procederá a la determinación de las características de las cuencas interceptadas por el trazado proyectado.

2.2. FASES DEL ESTUDIO DE HIDROLOGÍA

El estudio realizado se puede dividir en las siguientes fases, a través de las cuales se han ido concretando los condicionantes, criterios y métodos de cálculo.

En primer lugar se delimitan y determinan las superficies de las cuencas interceptadas por el nuevo trazado, así como las características físicas principales (pendientes, longitudes de recorrido y tiempos de concentración). Posteriormente, se estudian las características de infiltración y escorrentía de las diferentes cuencas.

A continuación se determinan las precipitaciones máximas probables diarias asociadas a los diversos periodos de retorno considerados además de realizar una verificación estadística de la validez de los datos obtenidos.

Por último, se realiza la aplicación de las fórmulas de obtención de los caudales punta de las cuencas interceptadas por medio del método de cálculo seleccionado.

2.3. DETERMINACIÓN DE LAS CUENCAS

En primer lugar se han identificado, sobre la cartografía a escala 1/5.000, todos los posibles cursos de agua, así como sus cuencas receptoras. Estas cuencas se han plasmado a 1/5.000, reduciendo la escala a 1/1.000 para reflejar las subcuencas que forman el conjunto de las cuencas.

Cabe indicar que el diseño de las subcuencas y cuencas se ha realizado en función de los caños existentes en la actualidad, ya que el drenaje proyectado mantiene los puntos de vertido al río Nervión.

El caudal recogido por la red de drenaje a diseñar es el aportado por la propia calzada en función de los peraltes de la misma y de las pendientes longitudinales y las cuencas de aportación diseñadas.

2.4. DETERMINACIÓN DE LA MÁXIMA PRECIPITACIÓN DIARIA

Dado que no se dispone de aforos en los cauces en estudio se utiliza un modelo matemático para relacionar la precipitación y escorrentía en la cuenca vertiente y obtener, de esta manera, los hidrogramas correspondientes a lluvias con distintos periodos de retorno. En concreto, se consideran los periodos de retorno de 2, 5, 10, 25, 100, 250, 500 y 1000 años.

El proceso de obtención de caudales de diseño en la zona del proyecto se realiza en tres fases:

- Análisis de frecuencia de presentación de aguaceros.
- Obtención de curvas intensidad-duración de precipitación.
- Determinación de caudales recurrentes.

En los apartados siguientes se describen los trabajos necesarios para completar cada una de estas fases.

2.4.1. Frecuencia de presentación de aguaceros

El problema que se plantea es la determinación de la probabilidad de presentación de un aguacero, en función de su intensidad media, para una duración dada. Para ello se sigue la aproximación clásica de ajustar las máximas intensidades anuales registradas para distintas duraciones, dentro del rango de interés, a una ley teórica de probabilidad que generalmente, como en este caso, es la denominada ley de Gumbel, que corresponde a la siguiente expresión.

$$P = e^{-e^{-\lambda(I-I_0)}}$$

donde P es la probabilidad anual de que no se supere la intensidad I , y, λ e I_0 son los parámetros de ajuste.

De acuerdo con la práctica habitual, los valores de la probabilidad se traducen en términos de periodo de retorno (T). El periodo de retorno, expresado en años, se define por la relación:

$$T = \frac{1}{1-P}$$

Para realizar los ajustes a cualquier ley probabilística extrema, se debe asignar una probabilidad de ocurrencia a cada valor máximo anual registrado. Esta probabilidad se asigna en función del número de orden que ocupa cada registro en una tabla de valores crecientes y del número total. Con este fin se pueden utilizar diversas fórmulas, si bien todas ellas conducen a valores muy similares, salvo en el caso de que se disponga de muy pocos registros. En este caso se ha utilizado la fórmula de Beard según la cual:

$$P = P_1 + \frac{(j-1)(1-2P_1)}{n-1}$$

siendo

$$P_1 = 1 - 0,5^{\frac{1}{n}}$$

Estas fórmulas son válidas para $j < 0,5n$. Si n es impar, al valor central se le asigna probabilidad 0,5 y para $j > 0,5n$, las probabilidades correspondientes se calculan como:

$$P_{n-j+1} = 1 - P_j$$

2.4.2. Obtención de las curvas intensidad-duración

Estas curvas relacionan, para un determinado periodo de retorno, la máxima intensidad media de lluvia con su duración. Para obtenerlas se debe disponer de datos de intensidades máximas anuales correspondientes a una serie de duraciones cortas.

Este tipo de información no se puede obtener de la mayoría de las estaciones pluviométricas que sólo registran la altura de precipitación total caída en 24 horas, por lo que en estos análisis se utilizan exclusivamente los datos correspondientes al observatorio meteorológico de Sondika, por ser el único en la zona en estudio que dispone de registros de intensidades en periodos cortos.

A continuación, los pares de valores intensidad-duración correspondientes a cada periodo de retorno se ajustan, por mínimos cuadrados a curvas del tipo:

$$I = \alpha t^{-\beta}$$

donde α y β son los parámetros de ajuste.

2.4.3. Datos pluviométricos

Los datos pluviométricos que se utilizan provienen, como ya se ha dicho, del observatorio meteorológico de Sondika y consisten en los valores máximos anuales de la intensidad media de lluvia para diferentes duraciones. Los datos de que se dispone pertenecen a un periodo de 50 años, de los cuales, 28 corresponden a años anteriores a 1.980, aunque sin especificar el año en concreto, y los restantes valores pertenecen al periodo 1.980-2.003. Las duraciones de lluvia consideradas son 1, 6, 12 y 24 horas.

2.4.3.1. Intensidades máximas anuales registradas

TABLA DE INTENSIDADES MEDIAS MAXIMAS ANUALES				
(en mm/hora)				
AÑO	DURACION			
	1 hora	6 horas	12 horas	24 horas
	8,1	3,20	1,91	1,13
	8,5	3,30	2,03	1,28
	9,2	3,63	2,46	1,31
	9,7	4,08	2,51	1,64
	11,0	4,18	2,57	1,65
	11,3	4,35	2,58	1,66
	11,9	4,35	2,72	1,82
	12,2	4,55	3,03	1,87
	12,7	4,70	3,03	1,88
	14,8	4,73	3,11	1,90
	14,8	4,80	3,81	2,02
	15,8	5,13	3,88	2,14
	16,0	5,15	4,04	2,24
	16,4	5,38	4,04	2,25
	17,2	5,75	4,20	2,29
	17,2	5,80	4,21	2,35
	19,0	6,68	4,22	2,49
	19,3	6,73	4,25	2,50
	20,4	6,83	4,54	2,64
	21,3	6,98	4,65	2,65
	22,9	7,35	4,74	2,80
	25,3	8,02	4,86	2,84
	25,4	9,17	5,28	2,87
	25,5	9,55	5,28	2,88
	27,5	9,78	5,85	3,36

TABLA DE INTENSIDADES MEDIAS MAXIMAS ANUALES				
(en mm/hora)				
AÑO	DURACION			
	1 hora	6 horas	12 horas	24 horas
	27,7	10,22	6,24	3,38
	42,2	11,10	6,76	3,87
	56,4	13,52	7,06	4,10
	64,7	25,45	13,36	11,53
80	15,7	4,50	3,50	2,50
81	14,9	8,60	2,80	2,40
82	9,1	3,90	2,70	2,20
85	14,2	5,00	3,50	1,70
86	28,4	6,00	3,00	2,60
87	19,2	5,60	3,10	2,60
88	11,4	4,20	3,70	1,90
89	18,2	8,20	5,80	3,10
90	24,0	5,60	3,20	2,30
91	20,0	6,20	5,00	3,00
92	19,4	7,00	3,70	2,70
93	14,4	7,20	4,70	2,70
94	23,3	7,80	5,00	2,50
95	15,0	7,10	3,70	2,20
96	29,6	6,20	4,40	2,90
97	18,2	5,60	3,60	2,30
98	12,7	5,10	4,8	3,30
99	10,0	3,70	2,10	1,30
00	13,3	4,70	2,90	1,70
01	19,9	5,00	2,70	1,60
02	20,2	6,00	5,60	3,90
03	14,8	3,40	2,20	1,40

Intensidades máximas anuales. Valores ordenados

TABLA DE INTENSIDADES MAXIMAS ANUALES				
VALORES ORDENADOS (en mm/hora)				
Nº	DURACION			
	1 hora	6 horas	12 horas	24 horas
1	8,1	3,2	1,9	1,1
2	8,5	3,3	2,0	1,3
3	9,1	3,4	2,1	1,3
4	9,2	3,6	2,2	1,3
5	9,7	3,7	2,5	1,4
6	10,0	3,9	2,5	1,6
7	11,0	4,1	2,6	1,6
8	11,3	4,2	2,6	1,7
9	11,4	4,2	2,7	1,7
10	11,9	4,4	2,7	1,7
11	12,2	4,4	2,7	1,8
12	12,6	4,6	2,8	1,9
13	12,7	4,7	2,9	1,9
14	12,7	4,7	3,0	1,9
15	13,3	4,7	3,0	1,9
16	14,2	4,8	3,1	2,0
17	14,4	4,8	3,2	2,1
18	14,8	5,0	3,3	2,2
19	14,8	5,0	3,3	2,2
20	14,8	5,0	3,5	2,2
21	14,9	5,1	3,5	2,3
22	15,0	5,1	3,6	2,3
23	15,7	5,2	3,6	2,3
24	15,8	5,4	3,7	2,3
25	16,0	5,4	3,8	2,4

TABLA DE INTENSIDADES MAXIMAS ANUALES				
VALORES ORDENADOS (en mm/hora)				
Nº	DURACION			
	1 hora	6 horas	12 horas	24 horas
26	16,4	5,6	3,9	2,4
27	17,2	5,6	4,0	2,5
28	17,2	5,6	4,0	2,5
29	18,2	5,8	4,2	2,5
30	19,0	5,8	4,2	2,5
31	19,2	6,0	4,2	2,6
32	19,3	6,0	4,3	2,6
33	19,4	6,2	4,3	2,6
34	19,9	6,2	4,4	2,7
35	20,0	6,7	4,5	2,7
36	20,2	6,7	4,7	2,7
37	20,4	6,8	4,7	2,8
38	21,3	7,0	4,7	2,8
39	22,9	7,0	4,8	2,9
40	23,3	7,2	4,9	2,9
41	24,0	7,4	5,0	2,9
42	25,3	7,8	5,0	3,0
43	25,4	8,0	5,3	3,1
44	25,5	8,2	5,3	3,3
45	27,5	9,2	5,6	3,3
46	27,7	9,6	5,8	3,4
47	28,4	9,8	5,9	3,4
48	29,6	10,2	6,2	3,9
49	42,2	11,1	6,8	3,9
50	56,4	13,5	7,1	4,1

2.4.3.2. Ajustes a la ley de Gumbel

Los ajustes a la ley de Gumbel de las intensidades máximas anuales se realizan mediante el método de los mínimos cuadrados, obteniéndose los siguientes valores de los parámetros:

Parámetros de ajuste a la ley de Gumbel		
Duración	λ	I_0
1 hora	0,14738	14,59
6 horas	0,57480	5,03
12 horas	0,98228	3,35
24 horas	1,77482	2,08

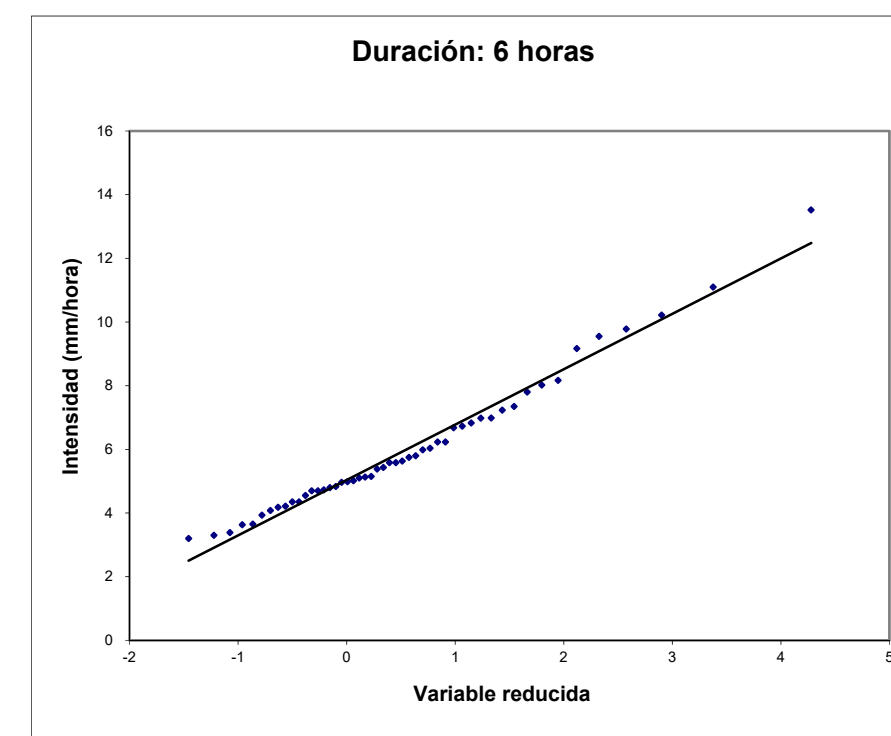
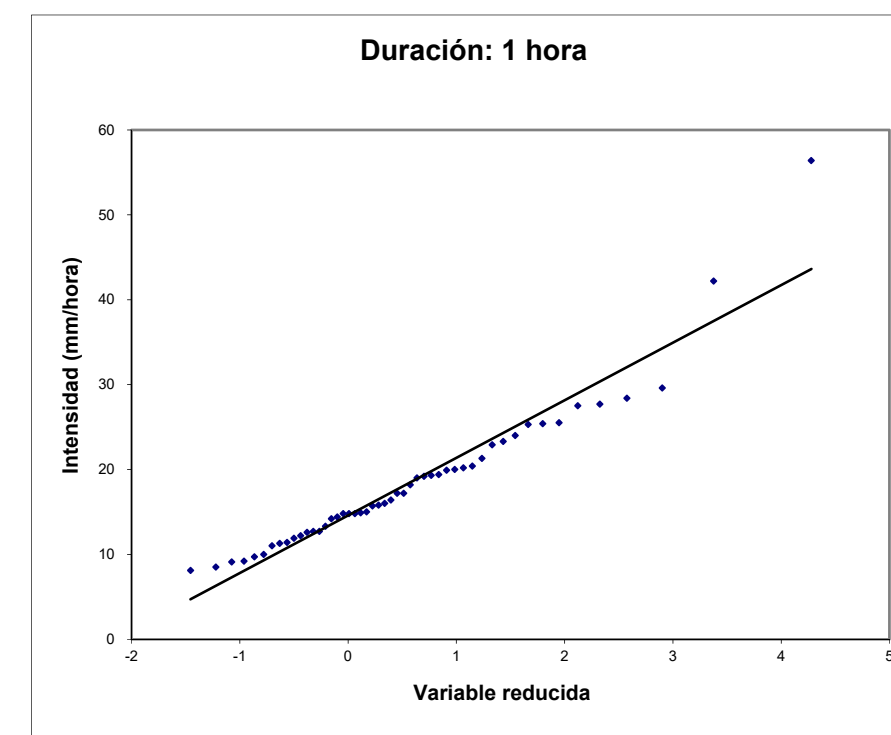
En los apartados siguientes se incluye una tabla de intensidades correspondientes a las duraciones consideradas y periodos de retorno de 2, 5, 10, 25, 50, 100, 250 y 500 años, y los gráficos de los ajustes. En estos gráficos se representa en abscisas una variable reducida cuya relación con la probabilidad es $y = -\ln(-\ln P)$, de forma que la función ajustada aparece como una recta.

2.4.3.3. Tabla de resultados numéricos

Utilizando los valores de los parámetros ajustados se obtienen los siguientes valores:

INTENSIDADES PARA DISTINTOS PERIODOS DE RETORNO				
T años	DURACION			
	1 hora	6 horas	12 horas	24 horas
2	17,08	5,68	3,73	2,29
5	24,77	7,65	4,88	2,93
10	29,86	8,95	5,64	3,35
25	36,29	10,60	6,61	3,89
50	41,07	11,83	7,33	4,28
100	45,80	13,04	8,04	4,68
250	52,04	14,64	8,97	5,19
500	56,75	15,85	9,68	5,59

Gráficos de los ajustes



2.4.3.4. Ajuste de las curvas intensidad-duración

De acuerdo con la metodología previamente expuesta, los pares de valores intensidades máximas-duración obtenidos para cada periodo de retorno mediante las fórmulas de recurrencia se ajustan a funciones del tipo:

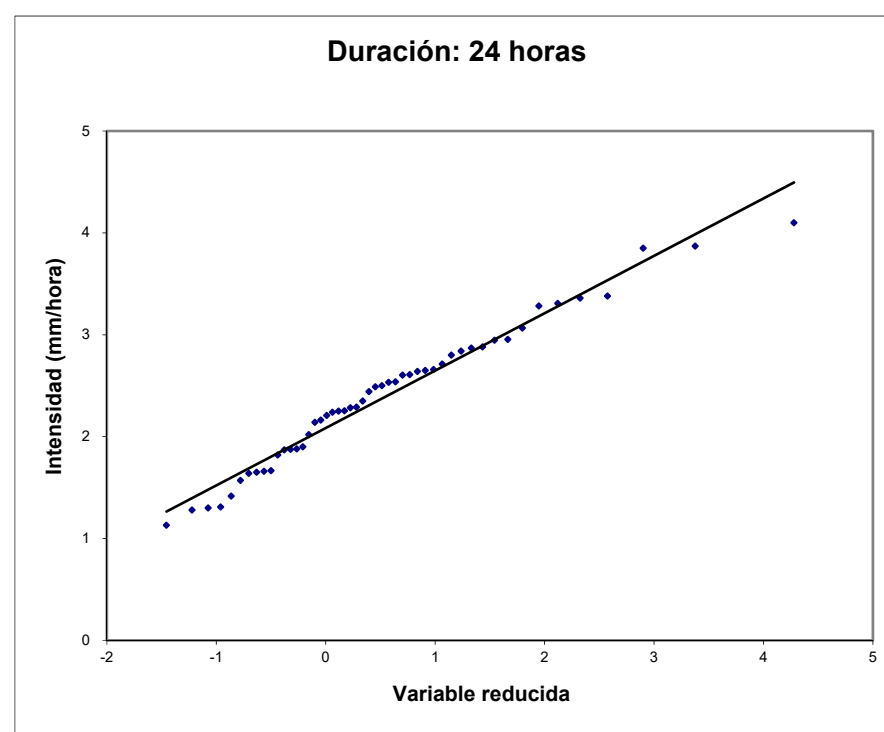
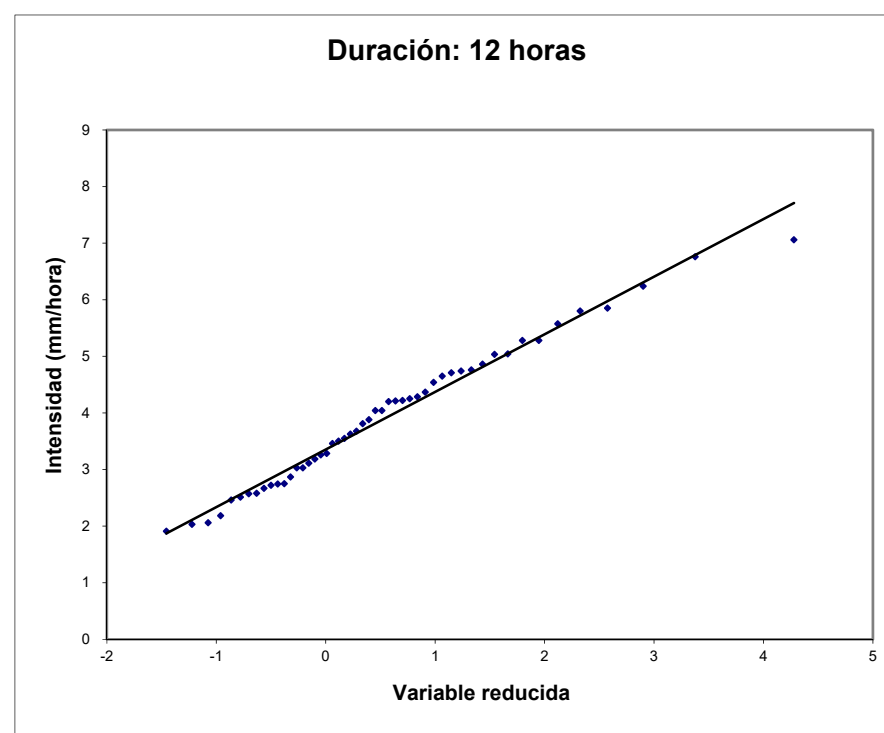
$$I = \alpha t^{-\beta}$$

Los valores de los parámetros resultantes de los ajustes, que como en el caso anterior se realizan mediante el método de los mínimos cuadrados, se resumen en la tabla siguiente. Estos valores son tales que, al aplicar las fórmulas, las duraciones deben expresarse en minutos para obtener las intensidades de lluvia en mm/hora.

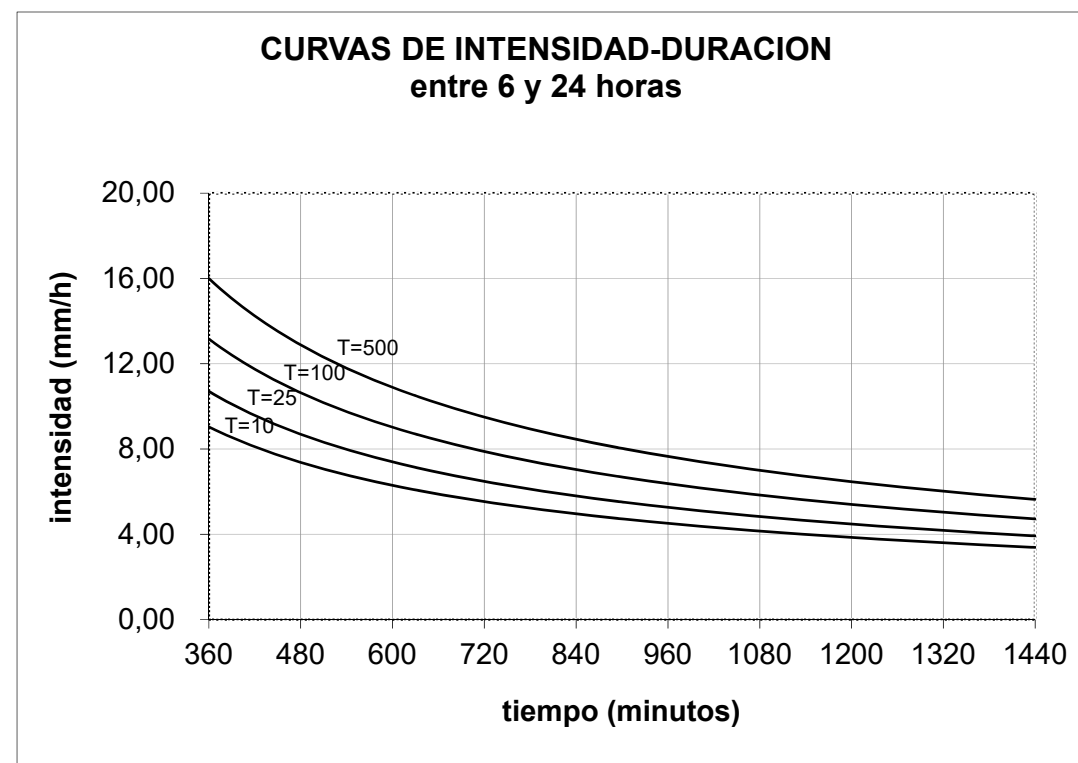
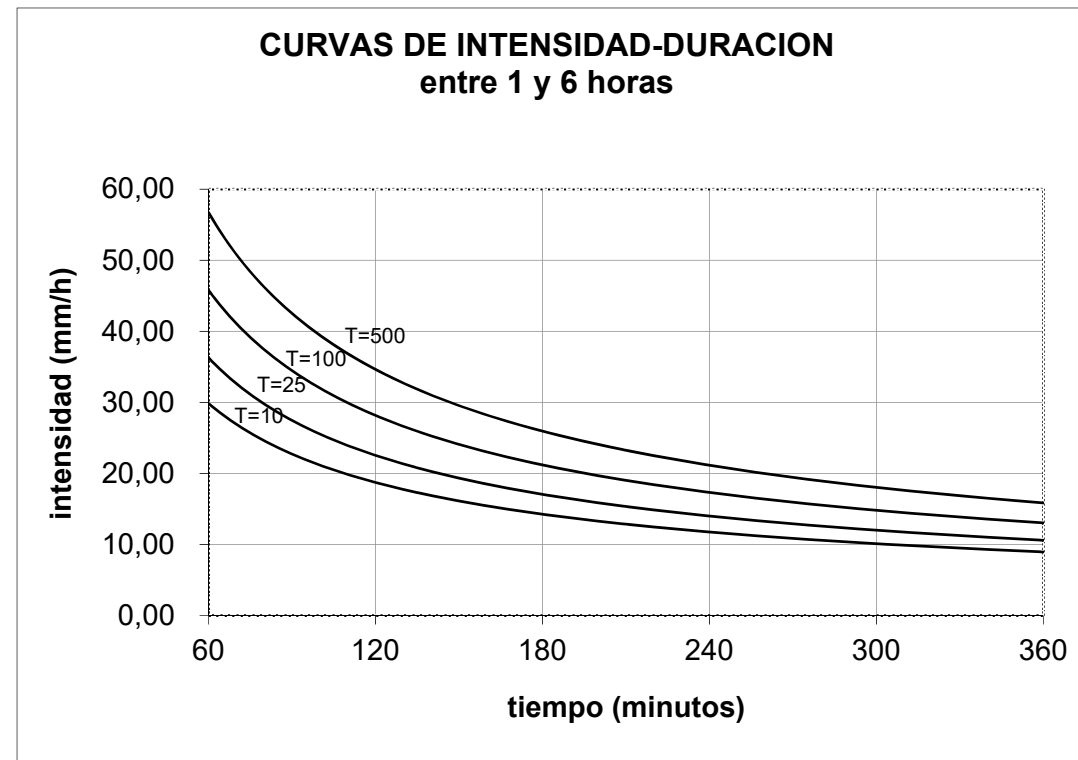
Parámetros de ajuste de las curvas ID		
Periodo de retorno	α	β
2 años	224,94	0,62709
5 años	383,92	0,66707
10 años	495,17	0,68356
25 años	639,84	0,69847
50 años	749,22	0,70680
100 años	859,05	0,71350
250 años	1005,08	0,72061
500 años	1116,18	0,72502

En concreto, las duraciones que se consideran son 1, 6, 12 y 24 horas, cuyas correspondientes intensidades pueden verse en la tabla del apartado 2.4.3.3. Con estos valores se consiguen unos ajustes muy buenos como puede apreciarse en los gráficos.

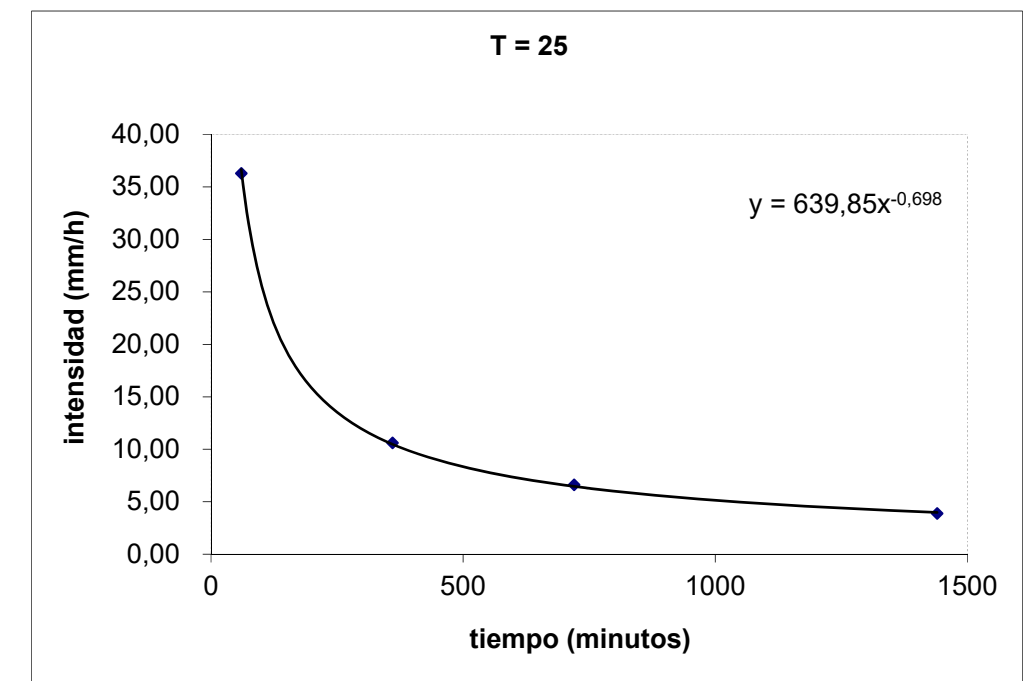
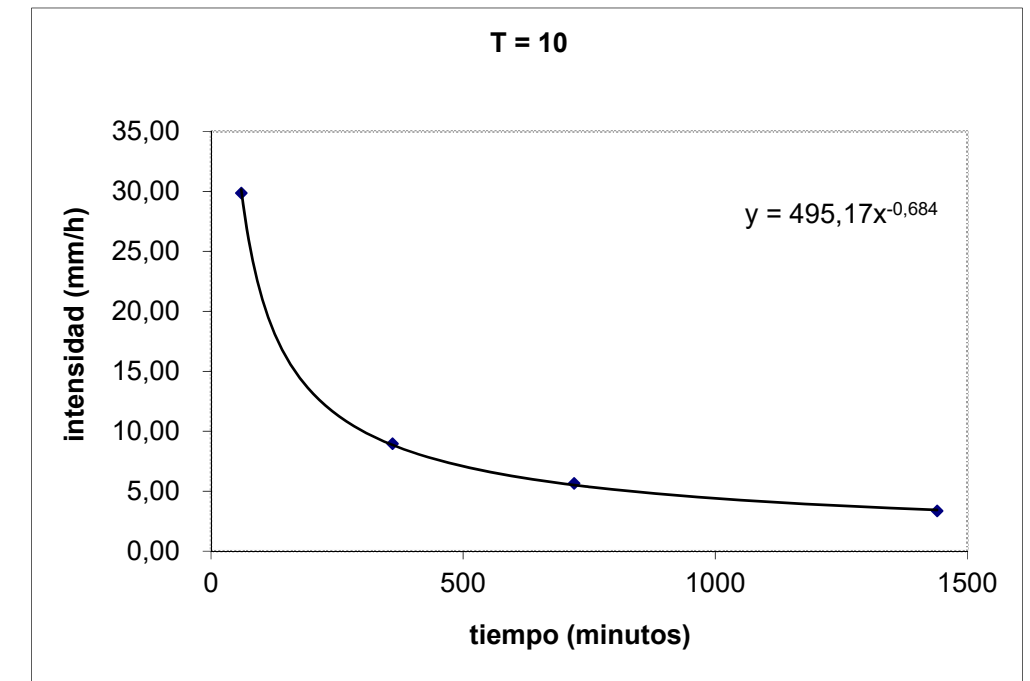
Las curvas ID para periodos de retorno de 25, 100, y 500 años y los gráficos de los ajustes se incluyen en los apartados siguientes.

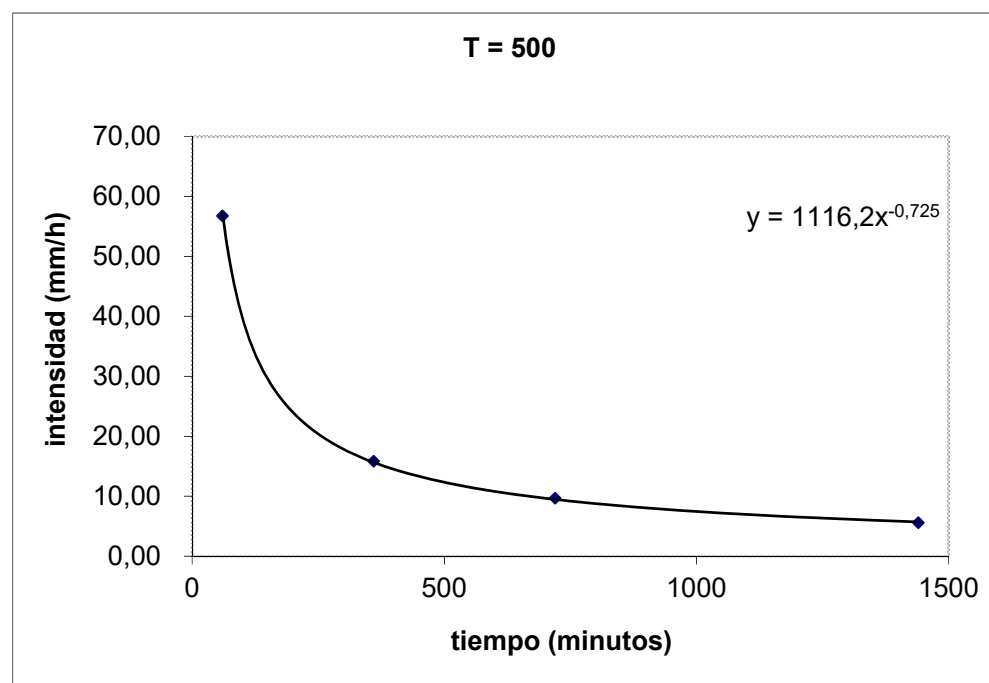
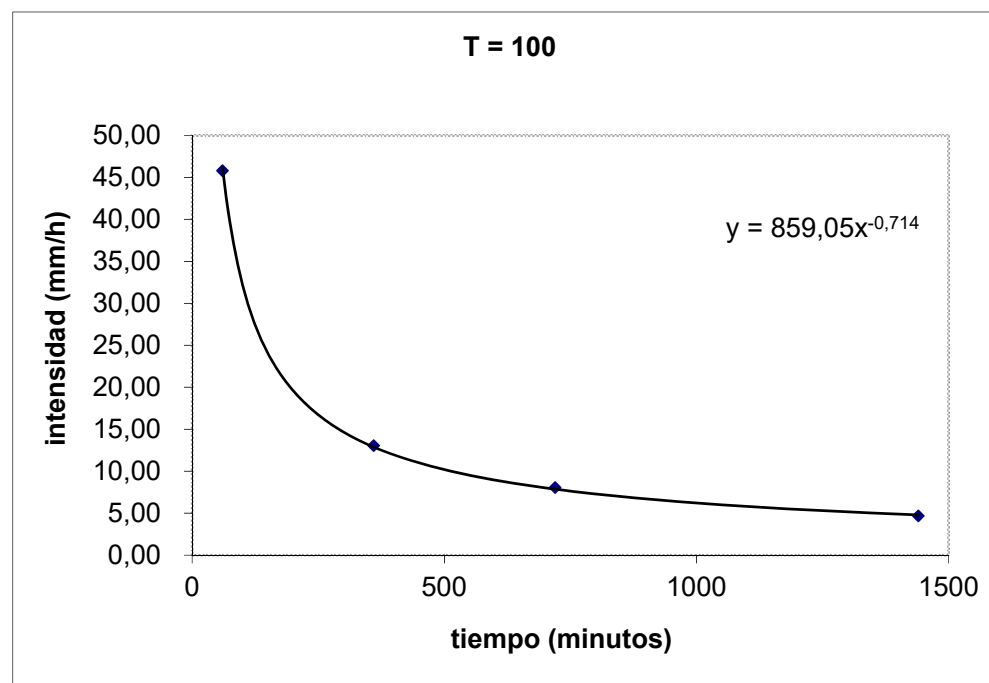


2.4.3.5. Gráficos de las curvas ID



Gráficos de los ajustes de las curvas ID





Precipitación máxima diaria. Resultados

Los valores finales son los siguientes:

PRECIPITACIÓN MÁXIMA PROBABLE (mm/24h)								
P.R.2	P.R.2	P.R.2	P.R.2	P.R.2	P.R.2	P.R.2	P.R.2	P.R.2
56,5	56,5	56,5	56,5	56,5	56,5	56,5	56,5	56,5

2.5. CORRECCIONES A EFECTUAR AL VALOR DE LA PRECIPITACIÓN MÁXIMA DIARIA

Una vez obtenida la precipitación máxima diaria (P_d), se plantean dos correcciones antes de calcular los valores de las intensidades de lluvia de diseño para cada cuenca y periodo de retorno.

La primera de éstas tiene en cuenta que las series de máximos se toman entre las nueve de la mañana de un día y las nueve de la mañana del día siguiente. Por ello, para considerar el periodo en el que se produce la precipitación diaria máxima, se multiplican los valores de P_d por 1,13.

Por otra parte, siguiendo las indicaciones del CEDEX, debe considerarse un factor multiplicador, denominado de distribución areal, que tiene en cuenta la no simultaneidad de las lluvias máximas en toda la superficie de las cuencas. Este factor es significativo a partir de una superficie de cuenca de 1 Km².

La expresión que sirve para calcularlo es:

$$Pd^* = Pd \left[1 - \frac{\log A}{15} \right] \quad \text{para } A \geq 1 \text{ Km}^2$$

$$Pd^* = Pd \quad \text{para } A < 1 \text{ Km}^2$$

Los valores de la Intensidad de lluvia a emplear, obtenidos del cálculo descrito, se incluyen en el apartado correspondiente a los datos pluviométricos de las cuencas.

2.6. DETERMINACIÓN DE LA INTENSIDAD DE LLUVIA DE DISEÑO

El aguacero a efectos de cálculo quedará definido por la intensidad I_t (mm/hora) de precipitación media, función de la duración del intervalo considerado (la duración que se considera

en los cálculos de I_t es igual al tiempo de concentración de la cuenca) y de la intensidad de precipitación media diaria $I_d = (P_d/24)$ para el período.

Estas intensidades medias I_t (mm/h) de precipitación se podrán obtener por medio de la siguiente expresión:

$$I_t = I_d \left(\frac{I_1}{I_d} \right)^{\frac{28^{0.1} - t^{0.1}}{0.4}}$$

donde:

- I_d (mm/h) = Intensidad media diaria de precipitación, correspondiente al período de retorno considerado.
- P_d (mm) = Precipitación total diaria correspondiente a cada período de retorno que se tomará de los cálculos realizados anteriormente.
- I_1 (mm/h) = Intensidad horaria de precipitación correspondiente a cada período de retorno. El valor de la razón I_1/I_d se tomará del mapa de isolíneas.
- t (h) = Duración del intervalo al que se refiere I , que se tomará igual al tiempo de concentración T_c determinado con anterioridad.

La zona que nos ocupa tiene un valor de $I_1/I_d = 9,0$.

2.7. DETERMINACIÓN DE LOS CAUDALES DE DISEÑO

Los caudales de diseño se obtienen a partir de datos de precipitación y de las características de las cuencas vertientes.

El clima en la zona en la que se desarrollan las obras es el típico de la cornisa cantábrica: húmedo en invierno y caluroso en verano; en primavera y otoño las temperaturas son suaves. La precipitación es media-alta y casi toda en forma de lluvia, normalmente durante el otoño y la primavera.

Se emplea el Método Racional para determinar los caudales de diseño, los cuales se evalúan a partir de la expresión:

$$Q_e = \frac{C \cdot I \cdot A}{k}$$

donde:

Q_e es el caudal estimado en la sección de desagüe en estudio, en m³/s.

C es el coeficiente de escorrentía de la cuenca.

I es la intensidad de lluvia máxima correspondiente al periodo de retorno de diseño para una duración igual al tiempo de concentración de la cuenca, en mm/hora.

A es la superficie de la cuenca de aportación en Ha.

k es un coeficiente que depende de las unidades en que se expresen Q y A , y que incluye un aumento del 20% en Q para tener en cuenta el efecto de las puntas de precipitación. Su valor es 300 cuando la superficie se expresa en Ha y el caudal en m³/s.

La intensidad de lluvia a considerar para la determinación de un caudal estimado de avenida máxima depende de dos factores:

- Tiempo de concentración.
- Período de retorno.

El tiempo de concentración de la cuenca se obtiene, normalmente, aplicando la fórmula de Témez:

$$T_c = 0,3 \left(\frac{L}{J^{1/4}} \right)^{0,76}$$

donde:

T_c tiempo de concentración en horas.

L longitud de la vaguada en km.

J pendiente media de la cuenca en tanto por uno.

CUENCA	CARACTERISTICAS DE LAS CUENCAS				Tc (min)
	AREA	LONGITUD	DESNIVEL	PENDIENTE	
	(Ha)	(Km)	(m)		
C1	0,068	0,023	10,30	0,45	1,19
C2	0,511	0,043	14,00	0,33	2,04
C3	0,523	0,054	17,00	0,31	2,44

Para las cuencas con tiempos de concentración inferior a 10 minutos se toma la intensidad de precipitación que corresponde a 10 minutos, siendo ésta la intensidad máxima contemplada.

El coeficiente de escorrentía se define como el cociente entre la parte de la precipitación que sale de la cuenca por su superficie y la cantidad total de precipitación caída sobre dicha cuenca.

Los valores de los coeficientes de escorrentía utilizados para el cálculo de los caudales, según el periodo de retorno, se han obtenido aplicando la fórmula de la Norma 5.2-IC:

$$C = \frac{[(P_d/P_o) - 1] * [(P_d/P_o) + 23]}{[(P_d/P_o) + 11]^2}$$

donde:

Po es el umbral de escorrentía, en mm.

Pd es la precipitación total diaria correspondiente al periodo de retorno, en mm, obtenida a partir de los mapas de isóneas de precipitaciones máximas previsibles en un día.

Los valores de Po obtenidos de la tabla 2.1 de la Norma 5.2-IC para cada una de las cuencas dependiendo de la naturaleza del suelo y del tipo de aprovechamiento que tenga. En la siguiente tabla se resumen los valores de Po utilizados en cada una de las cuencas, después de aplicar el coeficiente de corrección del umbral de escorrentía con un valor de 2.

Cuenca	% Cultivos en hilera	% Rotación de cultivos pobres	% Praderas >3%	%Plantas regulares aprovechamiento forestal	% Masas forestales espesa	% Pavimento bituminoso	Po
C1	0,00	0,00	40,00	40,00	0,00	20,00	26,80
C2	0,00	0,00	50,00	40,00	0,00	10,00	29,40
C3	0,00	0,00	40,00	30,00	0,00	30,00	23,20

Para la superficie del firme se adopta un valor de Po de 1 mm.

En la tabla siguiente se especifican las intensidades de precipitación y caudales generados en la plataforma de la carretera, para un periodo de retorno de 10, 25 y 100 años.

INTENSIDAD DE PRECIPITACIÓN Y CAUDALES									
CUENCAS	Periodo de retorno: 10 años			Periodo de retorno: 25 años			Periodo de retorno: 100 años		
	I	C	Q	I	C	Q	I	C	Q
	(mm/h)		(m3)	(mm/h)		(m3)	(mm/h)		(m3)
C1	83,86	0,31	0,006	97,29	0,36	0,006	117,03	0,43	0,011
C2	83,86	0,28	0,040	97,29	0,33	0,055	117,03	0,39	0,079
C3	83,86	0,36	0,053	97,29	0,41	0,070	117,03	0,48	0,097

3. ELEMENTOS DE DRENAJE

3.1. OBRAS DE CONDUCCIÓN

A continuación se describe el drenaje proyectado.

El agua de la plataforma se recoge a través de cunetas longitudinales pegadas al muro de hormigón y a las escolleras y a través de un drenaje longitudinal formado por ríogolas en los bordes de las aceras e isletas y un colector que conecta los sumideros.

El dimensionamiento hidráulico de estos elementos de drenaje se ha realizado de acuerdo con lo indicado en la Norma 5.2-I.C., "Drenaje Superficial". El periodo de retorno considerado para el cálculo de este tipo de elementos es de 25 años, excepto para los caños, en los cuales se ha considerado un período de retorno de 100 años.

Se ha aplicado la fórmula de Manning, con valores del coeficiente de rugosidad de, 0,014 para ríogolas y tubos de hormigón y 0,009 para los tubos de PVC.

Los elementos de drenaje proyectados desaguan al río mediante las obras de drenaje existente.

3.2. CUNETAS

Se ha proyectado una cuneta en función de su situación. Se describen a continuación:

3.2.1. Cuneta triangular 1,00 metro de ancho

Se dispone cuenta triangular de 1,00 metro de ancho y de 17 cm de calado en el siguiente tramo:

- desde el P.K. 1+009 hasta el P.K. 1+455 del eje G

Esta cuneta dispone bajo ella un dren longitudinal de 110 mm para el drenaje de la explanada. Entre el P.K 1+175 y P.K 1+215 y entre el P.K 1+415 y P.K. 1+455 se sustituye el dren longitudinal por un dren-colector de 315 mm y 400 mm de diámetro.

3.2.2. Cuneta trapezoidal en coronación de muro

En la coronación de las escolleras 1 y 3 se coloca una cuneta trapezoidal de 0,50 m de ancho. La base es de 0,20 m y los taludes 1H/2V con un calado de 0,30 m.

3.3. CAÑOS Y COLECTORES

El total del proyecto contiene dos tipos de actuaciones en cuanto a colectores y caños se refiere. Por un lado se encuentra los caños nuevos para realizar los cruces de calzada cuando no ha sido posible utilizar los existentes. Por último se proyectan redes de colectores bajo las aceras, ríogolas y cunetas proyectadas. A continuación se describen cada uno de ellos:

3.3.1. Caños nuevos

Se proyecta la ejecución de nuevos caños en el drenaje proyectado. Estos caños desaguan sobre otras obras de drenaje, bien existentes o proyectadas, pero en ningún momento desaguan directamente sobre el río. A continuación se describen los nuevos caños:

- Caño- A7.3-A7.2: Se trata de un caño de hormigón de 300 mm de diámetro que recoge el agua de ríogola de la isleta defectora de la rotonda y cruza el eje A hasta la arqueta situada en la isleta entre el eje A y el eje H.
- Caño-B1-B0.: Se trata de un caño de hormigón de 300 mm de diámetro que parte de la isleta y cruza la rotonda hasta la tajea existente.
- Caño B1.2-B1.1: Se trata de un caño de hormigón de 300 mm de diámetro que parte desde la cuneta y cruza el eje G hasta la isleta.
- Caño C.2-c.1: Se trata de un caño de hormigón de 300 mm que cruza desde la isleta del eje G hasta la cuneta
- Caño E1-E2: Se trata de un caño de hormigón de 300 mm que cruza la rotonda desde la isleta de los ejes C y D

3.3.2. Red de colectores

Se proyectan cinco redes de colectores que recogen el agua mediante sumideros y arquetas de las ríogolas y cunetas proyectadas y lo vierten a la red de drenaje existente.

La red A parte de un sumidero (A10) situada en la isleta del vial de servicio 1. De este sumidero sale un tubo de P.V.C de 315 mm de diámetro bajo la ríogola que recoge el agua que llega a los sumideros dispuestos en el borde de la isleta hasta la arqueta A0 situada en el P.K. 1+015 del vial que conecta con la galería existente que proviene del eje E y que vierte al río. A la arqueta A1, que recoge también parte del caudal de la ríogola 0,50m del eje F, llega un colector de P.V.C de 315 mm de diámetro que proviene del sumidero A1.2.

Al sumidero A 7, del colector A, vierte el colector A7.1 -A7.3. Este colector proviene del sumidero situado en la isleta de la rotonda, cruzando mediante un caño de hormigón de 300 mm

hasta la isleta del eje E, para continuar mediante un colector de 315 mm de PVC hasta la arqueta A7.1, desde este punto cruza el eje H hasta el sumidero A7 mediante un caño de 300m.

La red B parte del pozo situado en la isleta del eje G en el P.K 1+260, y mediante un colector de P.V.C de 315 mm de diámetro recogen el agua de las rejillas situadas en las rigolas de la margen izquierda del eje G y de la rotonda. Los pozos B4, B3 y B2 el agua del eje G, entre los P.K 1+260 y el P.K 1+330, y de la rotonda. En la arqueta B1 conecta el colector B1.2-B1 que proviene de la arqueta con rejilla de la cuneta, esté cruza el eje G mediante un caño de 300mm de hormigón hasta la arqueta B1.1, para continuar bajo la isleta hasta la arqueta B1 mediante un colector de P.V.C de 315mm. Desde el pozo B1 cruza un caño de hormigón de 400 mm hasta la tajea (B0) existente en la N-634.

La red C parte desde el pozo (C2) situado en la isleta entre el eje G y el eje D, mediante un caño de hormigón de 300 mm hasta la arqueta con rejilla de la cuneta, para continuar bajo la cuneta proyectada de 1 m de ancho hasta el caño existente en el P.K 1+175 del eje G de diámetro 400m. A este caño también desagua el agua de la cuneta de coronación de la escollera y el colector D de 300 mm de PVC que proviene de la arqueta con rejilla situada en el P.K 1+082 del eje D, punto bajo.

La red F está formada por un colector de P.V.C de 40 mm. Recoge el agua de la cuneta de borde de calzada y también de la cuneta de coronación de la escollera 3.

Para recoger el agua que vierte en el sumidero de la rotonda, en el P.K 0+200, se proyecta un colector que cruza el anillo de la rotonda mediante un caño de 300mm de hormigón hasta el sumidero con arqueta E1, para continuar hasta la tajea existente en la N-634, que quedará bajo la rotonda, mediante un colector de 315mm de PVC.

Se proyecta bajo la rigola de 0,50 m del eje B y C un dren-colector que recoge el agua mediante un tubo de 315 mm de PVC que desagua en la arqueta existente junto a la gasolinera.

Por último, se proyecta un colector bajo la rigola de la margen izquierda del eje C que recoge el agua de la plataforma mediante un tubo de 315mm de PVC y que vierte directamente en el caño existente en el P.K 1+175 del eje G.

En el **Apéndice Nº 10.1: “Cálculos hidráulicos”** se adjuntan los cálculos hidráulicos realizados.

3.4. RÍGOLAS

Se proyectan rigolas en los bordes de las isletas que recogen el agua de la calzada y junto a las barreras de hormigón.

Se proyectan dos tipos de rigolas distintas, unas tienen 30 cm de ancho y un calado de 3 cms (10% de pendiente) y otras de 0,50 metros de anchura y 5 cms de calado.

Estas ríogolas desaguan en las arquetas rejillas dispuestas y vierten el agua a los colectores proyectados.

En el **Apéndice Nº 10.1: “Cálculos hidráulicos”** se adjuntan los cálculos hidráulicos realizados.

3.5. SUMIDEROS

En función de la capacidad hidráulica de la ríogola y cunetas se disponen las arquetas necesarias para evacuar el agua a los colectores, y de ahí ser conducida a los puntos de desagüe.

Se emplea el método de cálculo establecido en la Norma 5.2-I.C., “Drenaje Superficial”, así la capacidad de un sumidero horizontal situado en un punto bajo viene dada por la expresión siguiente (fórmula del vertedero):

$$Q = \frac{L.H^{3/2}}{60}$$

donde:

Q Capacidad de desagüe (litros / segundo).

L Perímetro exterior de la rejilla (cm) y anchura libre para sumideros laterales.

H Profundidad del agua en el borde inferior de la abertura (cm).

La fórmula empleada es válida para profundidades inferiores a 12 cm para los sumideros horizontales y 1,4 veces la altura de la abertura para los laterales.

Para alturas superiores a 40 cm en el caso de sumideros horizontales y 1,4 veces la altura en los laterales la capacidad se calcula mediante la expresión del orificio, siendo dicha expresión la siguiente:

$$Q = 300.S.\sqrt{H - \left(\frac{D}{2}\right)}$$

donde:

S Área del sumidero (m²).

D Altura de la abertura (cm).

Para alturas comprendidas entre 12 y 40 cm en sumideros horizontales se interpola el resultado linealmente entre las dos fórmulas.

En el caso de situarse el sumidero en zonas con la rasante inclinada, la capacidad deducida de la fórmula anterior se reduce debido a la componente longitudinal de la corriente. Por ello deberá afectarse de un coeficiente cuyo valor es:

$$\frac{1}{1 + 15.J}$$

donde “J” es la pendiente longitudinal en m/m.

El sumidero tipo estudiado tiene una superficie de 60 x 60 cm y de 53,5x35 cm.

En el *Apéndice Nº 10.1: “Cálculos Hidráulicos”* se adjuntan los cálculos hidráulicos realizados. Se comprueba que la interdistancia adoptada para los sumideros garantiza la capacidad hidráulica que establece la Instrucción 5.2-I.C.

3.6. DRENES SUBTERRÁNEOS

Se disponen drenes subterráneos longitudinales en los bordes de la calzada, compuestos por una conducción porosa de P.V.C. de 110 mm de diámetro en el seno de material filtrante rodeado por geotextil, y cuya misión es la recogida de las posibles filtraciones de aguas subterráneas con objeto de evitar la expulsión del efluente hacia el entorno protegido.

3.7. BAJANTES

Se dispone de una bajante de 0,30 m de anchura que recoge el caudal procedente de la cuneta de coronación de la escollera 1 y lo vierte a la galería situada sobre el P.K. 1+460 del eje G.

APENDICE N°10.1:
CALCULOS HIDRAULICOS

ÍNDICE

1. CÁLCULO HIDRÁULICO DE LAS CUNETAS.....	1
2. CÁLCULO HIDRÁULICO DE LAS BAJANTES	6
3. CÁLCULO DE COLECTORES	7
4. CALCULO DE LOS CAÑOS	8
5. COMPROBACIÓN DE SUMIDEROS	9

1. CÁLCULO HIDRÁULICO DE LAS CUNETAS

CUNETA TRIANGULAR 1,00 METRO DE ANCHO (CALADO 17 CMS)

- DATOS ancho cuneta 1,0 m

Anchura fondo 0
Talud izq. 3
Talud drcho. 3
Nº Manning 0.014

Q	Pte	Calado	Area	Rh	v	Qi	Fr
		0,9					
0.0820	0.005	0.170	0.0869	0.08	0.943	0.08	1.033
0.0960	0.007	0.170	0.0862	0.08	1.113	0.10	1.221
0.1090	0.009	0.170	0.0863	0.08	1.263	0.11	1.385
0.1220	0.011	0.170	0.0871	0.08	1.400	0.12	1.532
0.1310	0.013	0.170	0.0863	0.08	1.518	0.13	1.664
0.1420	0.015	0.170	0.0869	0.08	1.634	0.14	1.788
0.1510	0.017	0.170	0.0868	0.08	1.739	0.15	1.904
0.1600	0.019	0.170	0.0870	0.08	1.840	0.16	2.013
0.1680	0.021	0.170	0.0869	0.08	1.933	0.17	2.116
0.1760	0.023	0.170	0.0870	0.08	2.024	0.18	2.215
0.1820	0.025	0.170	0.0864	0.08	2.106	0.18	2.308
0.2000	0.030	0.170	0.0866	0.08	2.309	0.20	2.529
0.2150	0.035	0.170	0.0863	0.08	2.491	0.22	2.730
0.2300	0.040	0.170	0.0864	0.08	2.663	0.23	2.919
0.2450	0.045	0.170	0.0866	0.08	2.828	0.25	3.097
0.2600	0.050	0.170	0.0871	0.08	2.986	0.26	3.266
0.2730	0.055	0.170	0.0872	0.08	3.132	0.27	3.426
0.2850	0.060	0.170	0.0871	0.08	3.271	0.29	3.578
0.2930	0.065	0.170	0.0863	0.08	3.394	0.29	3.721
0.3050	0.070	0.170	0.0865	0.08	3.525	0.31	3.862
0.3150	0.075	0.170	0.0864	0.08	3.647	0.32	3.997

Q	Pte	Calado	Area	Rh	v	Qi	Fr
<u>Eje G</u>							
<u>PK 1+009 a PK 1+087</u>							
0.133	0.0528	0.06	0.466	0.02	0.578	0.133	0.0528
<u>PK 1+087 a PK 1+133,1379</u>							
0.02318249	0.0017	0.130	0.0505	0.06	0.459	0.02	0.575
<u>P.K 1+133,1379 a PK 1+158,718</u>							
0.01001361	0.0051	0.077	0.0178	0.04	0.562	0.01	0.914
<u>P.K 1+158,718 a PK 1+214,739</u>							
0.0160642	0.0084	0.084	0.0211	0.04	0.762	0.02	1.189
<u>P.K 1+214,739 a PK 1+257,315</u>							
0.00761918	0.0249	0.052	0.0080	0.02	0.951	0.01	1.889
<u>PK 1+328 a PK 1+347,632</u>							
0.00346477	0.0108	0.045	0.0061	0.02	0.571	0.00	1.216
<u>PK 1+347,632 a PK 1+383,8</u>							
0.0065419	0.0108	0.057	0.0098	0.03	0.669	0.01	1.265
<u>Eje E</u>							
<u>PK 1+068,2 a PK 1+088</u>							
0.00620256	0.0056	0.063	0.0120	0.03	0.516	0.01	0.927
<u>PK 1+088 a PK 1+121,86</u>							
0.00918019	0.0056	0.073	0.0161	0.03	0.569	0.01	0.950
<u>PK 1+121,86 a PK 1+139,41</u>							
0.00485454	0.00051	0.090	0.0246	0.04	0.198	0.00	0.297

CUNETA TRAPEZIAL DE 0,50 METRO DE ANCHO (CALADO 30 CMS)

- DATOS ancho cuneta 0.50 m

Anchura fondo 0.20
Talud izq. 0.50
Talud drcho. 0.50
Nº Manning 0.014

Q	Pte	Calado	Area	Rh	v	Qi
<u>Escollera 1</u>						
0.0062	0.140	0.018	0.0037	0.02	1.662	0.01
<u>Escollera 3</u>						
0.0549	0.001	0.277	0.0940	0.11	0.584	0.05
0.0700	0.009	0.181	0.053	0.087	1.330	0.070

Q	Pte	Calado	Area	Rh	v	Qi	Fr
0.9							
0.1292	0.005	0.300	0.1049	0.12	1.232	0.13	0.859
0.1530	0.007	0.300	0.1049	0.12	1.458	0.15	1.016
0.1740	0.009	0.300	0.1052	0.12	1.655	0.17	1.152
0.1920	0.011	0.300	0.1050	0.12	1.828	0.19	1.274
0.2085	0.013	0.300	0.1049	0.12	1.987	0.21	1.385
0.2239	0.015	0.300	0.1049	0.12	2.135	0.22	1.488
0.2390	0.017	0.300	0.1051	0.12	2.274	0.24	1.584
0.2520	0.019	0.300	0.1049	0.12	2.402	0.25	1.674
0.2660	0.021	0.300	0.1052	0.12	2.528	0.27	1.760
0.2770	0.023	0.300	0.1048	0.12	2.643	0.28	1.842
0.2900	0.025	0.300	0.1052	0.12	2.758	0.29	1.921
0.3165	0.030	0.300	0.1049	0.12	3.018	0.32	2.104
0.3435	0.035	0.300	0.1052	0.12	3.264	0.34	2.272
0.3650	0.040	0.300	0.1048	0.12	3.484	0.37	2.429
0.3875	0.045	0.300	0.1048	0.12	3.696	0.39	2.576
0.4100	0.050	0.300	0.1051	0.12	3.900	0.41	2.716
0.1292	0.005	0.300	0.1049	0.12	1.232	0.13	0.859
0.1530	0.007	0.300	0.1049	0.12	1.458	0.15	1.016
0.1740	0.009	0.300	0.1052	0.12	1.655	0.17	1.152
0.1920	0.011	0.300	0.1050	0.12	1.828	0.19	1.274
0.2085	0.013	0.300	0.1049	0.12	1.987	0.21	1.385

RÍGOLA DE 30CMS DE ANCHO (CALADO 0,30 CMS)

- DATOS Ancho de rígola 30 cms

Q	Pte	Calado	Area	Rh	v	Qi	Fr

Anchura fondo	0						
Talud izq.	0						
Talud drcho.	10						
Nº Manning	0.014						
0,9							
0.0013	0.005	0.030	0.0045	0.01	0.288	0.00	0.749
0.0015	0.007	0.030	0.0044	0.01	0.338	0.00	0.885
0.0018	0.009	0.030	0.0046	0.01	0.389	0.00	1.008
0.0020	0.011	0.030	0.0046	0.01	0.431	0.00	1.114
0.0021	0.013	0.030	0.0045	0.01	0.464	0.00	1.209
0.0023	0.015	0.030	0.0046	0.01	0.502	0.00	1.301
0.0025	0.017	0.030	0.0046	0.01	0.534	0.00	1.384
0.0026	0.019	0.030	0.0046	0.01	0.565	0.00	1.463
0.0028	0.021	0.030	0.0046	0.01	0.594	0.00	1.539
0.0029	0.023	0.030	0.0046	0.01	0.622	0.00	1.611
0.0030	0.025	0.030	0.0046	0.01	0.649	0.00	1.679
0.0033	0.030	0.030	0.0046	0.01	0.711	0.00	1.840
0.0036	0.035	0.030	0.0046	0.01	0.769	0.00	1.988
0.0038	0.040	0.030	0.0046	0.01	0.822	0.00	2.125
0.0041	0.045	0.030	0.0046	0.01	0.872	0.00	2.254
0.0043	0.050	0.030	0.0046	0.01	0.919	0.00	2.376
0.0045	0.055	0.030	0.0046	0.01	0.962	0.00	2.491
0.0047	0.060	0.030	0.0046	0.01	1.007	0.00	2.603
0.0049	0.065	0.030	0.0046	0.01	1.047	0.00	2.708
0.0051	0.070	0.030	0.0046	0.01	1.087	0.01	2.811
0.0052	0.075	0.030	0.0046	0.01	1.125	0.01	2.909
0.0054	0.080	0.030	0.0046	0.01	1.162	0.01	3.005
0.0056	0.085	0.030	0.0046	0.01	1.197	0.01	3.097
0.0057	0.090	0.030	0.0046	0.01	1.232	0.01	3.187

Q	Pte	Calado	Area	Rh	v	Qi	Fr
<u>Eje C</u>							
<u>Pk-1+019 a P.k-1+025,5</u>							
0.0016	0.005	0.033	0.0053	0.01	0.307	0.00	0.768
<u>Pk-1+035,5 a P.k-1+044</u>							
0.0016	0.005	0.033	0.0053	0.01	0.307	0.00	0.768
<u>Pk-1+044 a P.k-1+052</u>							
0.0022	0.005	0.037	0.0067	0.02	0.328	0.00	0.774
<u>Pk-1+052 a P.k-1+060</u>							
0.0022	0.005	0.037	0.0068	0.02	0.330	0.00	0.775
<u>Pk-1+060 a P.k-1+068</u>							
0.0022	0.005	0.037	0.0067	0.02	0.328	0.00	0.774
<u>Pk-1+068 a P.k-1+076</u>							
0.0022	0.005	0.037	0.0068	0.02	0.329	0.00	0.775
<u>Pk-1+076 a P.k-1+084</u>							
0.0022	0.005	0.037	0.0067	0.02	0.328	0.00	0.774
<u>Pk-1+084 a P.k-1+092</u>							
0.0022	0.005	0.036	0.0066	0.02	0.327	0.00	0.774
<u>Pk-1+084 a P.k-1+092</u>							
0.0033	0.011	0.037	0.0067	0.02	0.493	0.00	1.164
<u>Pk-1+084 a P.k-1+092</u>							
0.0034	0.011	0.037	0.0069	0.02	0.499	0.00	1.167
<u>Pk-1+084 a P.k-1+092</u>							
0.0036	0.011	0.038	0.0072	0.02	0.505	0.00	1.171
<u>Eje G</u>							
<u>Pk-1+257,3 a P.k-1+272,39</u>							
0.0026	0.025	0.029	0.0042	0.01	0.625	0.00	1.662
<u>Pk-1+257,3 a P.k-1+284,22</u>							
0.0020	0.011	0.031	0.0047	0.01	0.427	0.00	1.104
<u>Pk-1+284,22 a P.k-1+296,06</u>							
0.0020	0.011	0.030	0.0046	0.01	0.426	0.00	1.104
<u>Pk-1+296,06 a P.k-1+307,89</u>							
0.0020	0.011	0.030	0.0046	0.01	0.426	0.00	1.104

Pk-1+307,89 a P.k-1+319,71

0.0020	0.011	0.031	0.0047	0.01	0.429	0.00	1.106
--------	-------	-------	--------	------	-------	------	-------

Pk-1+319,71 a P.k-1+329,32

0.0017	0.011	0.029	0.0041	0.01	0.409	0.00	1.093
--------	-------	-------	--------	------	-------	------	-------

Via servicio

Pk-1+214,117 a P.k-1+194,417

0.0028	0.028	0.029	0.0042	0.01	0.662	0.00	1.754
--------	-------	-------	--------	------	-------	------	-------

Pk-1+194,417 a P.k-1+171,339

0.0031	0.013	0.035	0.0060	0.02	0.513	0.00	1.246
--------	-------	-------	--------	------	-------	------	-------

Pk-1+171,339 a P.k-1+151,5

0.0026	0.023	0.029	0.0042	0.01	0.609	0.00	1.610
--------	-------	-------	--------	------	-------	------	-------

Pk-1+151,5 a P.k-1+133,5

0.0025	0.008	0.035	0.0062	0.02	0.397	0.00	0.955
--------	-------	-------	--------	------	-------	------	-------

Pk-1+133,5a P.k-1+115,5

0.0024	0.008	0.035	0.0061	0.02	0.394	0.00	0.953
--------	-------	-------	--------	------	-------	------	-------

Pk-1+115,5 a P.k-1+101,192

0.0020	0.008	0.033	0.0054	0.01	0.378	0.00	0.943
--------	-------	-------	--------	------	-------	------	-------

Pk-1+101,192 a P.k-1+087,853

0.0017	0.005	0.033	0.0055	0.02	0.308	0.00	0.762
--------	-------	-------	--------	------	-------	------	-------

Pk-1+087,853 a P.k-1+075,853

0.0015	0.005	0.032	0.0051	0.01	0.300	0.00	0.758
--------	-------	-------	--------	------	-------	------	-------

Pk-1+075,853 a P.k-1+063,853

0.0015	0.005	0.032	0.0051	0.01	0.300	0.00	0.758
--------	-------	-------	--------	------	-------	------	-------

Pk-1+2063,853 a P.k-1+051,895

0.0013	0.005	0.030	0.0045	0.01	0.288	0.00	0.749
--------	-------	-------	--------	------	-------	------	-------

Pk-1+051,895 a P.k-1+037,662

0.0020	0.013	0.029	0.0043	0.01	0.463	0.00	1.222
--------	-------	-------	--------	------	-------	------	-------

Pk-1+037,662 a P.k-1+013,162

0.0031	0.011	0.036	0.0066	0.02	0.475	0.00	1.126
--------	-------	-------	--------	------	-------	------	-------

RÍGOLA DE 50CMS DE ANCHO (CALADO 0,50 CMS)

- DATOS

Ancho de rígola 50 cms

Anchura fondo	0
Talud izq.	0
Talud drcho.	10
Nº Manning	0.014

Q	Pte	Calado	Area	Rh	v	Qi	Fr
		0,9					
0.0050	0.005	0.050	0.0124	0.02	0.403	0.01	0.815
0.0058	0.007	0.050	0.0123	0.02	0.475	0.01	0.964
0.0069	0.009	0.050	0.0127	0.02	0.545	0.01	1.096
0.0077	0.011	0.050	0.0128	0.02	0.603	0.01	1.212
0.0081	0.013	0.050	0.0124	0.02	0.650	0.01	1.315
0.0089	0.015	0.050	0.0127	0.02	0.703	0.01	1.415
0.0094	0.017	0.050	0.0126	0.02	0.747	0.01	1.505
0.0100	0.019	0.050	0.0126	0.02	0.791	0.01	1.592
0.0106	0.021	0.050	0.0127	0.02	0.833	0.01	1.674
0.0111	0.023	0.050	0.0127	0.02	0.871	0.01	1.752
0.0115	0.025	0.050	0.0127	0.02	0.908	0.01	1.827
0.0127	0.030	0.050	0.0127	0.02	0.996	0.01	2.002
0.0137	0.035	0.050	0.0127	0.02	1.076	0.01	2.162
0.0147	0.040	0.050	0.0127	0.02	1.150	0.01	2.311
0.0155	0.045	0.050	0.0127	0.02	1.219	0.02	2.451
0.0164	0.050	0.050	0.0128	0.02	1.286	0.02	2.584
0.0171	0.055	0.050	0.0127	0.02	1.347	0.02	2.710
0.0178	0.060	0.050	0.0127	0.02	1.406	0.02	2.829
0.0187	0.065	0.050	0.0127	0.02	1.466	0.02	2.946
0.0194	0.070	0.050	0.0127	0.02	1.522	0.02	3.058
0.0201	0.075	0.050	0.0127	0.02	1.575	0.02	3.165
0.0207	0.080	0.050	0.0127	0.02	1.626	0.02	3.269
0.0214	0.085	0.050	0.0127	0.02	1.676	0.02	3.369
0.0220	0.090	0.050	0.0127	0.02	1.725	0.02	3.467

Q	Pte	Calado	Area	Rh	v	Qi	Fr
<u>Rotonda</u>							
<u>Pk-1+000 a P.k-1+024,37</u>							
0.0086	0.013	0.051	0.0130	0.02	0.661	0.01	1.320
<u>Pk-1+024,37 a P.k-1+034,7</u>							
0.0031	0.013	0.035	0.0060	0.02	0.511	0.00	1.238
<u>Pk-1+034,7 a P.k-1+049,54</u>							
0.0051	0.013	0.042	0.0088	0.02	0.579	0.01	1.277
<u>Pk-1+049,54 rotonda a P.k-1+024,46 eje E</u>							
0.0093	0.010	0.055	0.0152	0.02	0.615	0.01	1.184
<u>Pk-1+068,8 a P.k-1+087,57</u>							
0.0062	0.013	0.045	0.0102	0.02	0.609	0.01	1.294
<u>Pk-1+155,21 eje F a P.k-1+112,58 rotonda</u>							
0.0086	0.013	0.051	0.0130	0.02	0.660	0.01	1.320
<u>Pk-1+112,58 rotonda a P.k-1+019,75 eje A</u>							
0.0069	0.010	0.049	0.0120	0.02	0.574	0.01	1.172
<u>Pk-1+129,38 a P.k-1+144,51</u>							
0.0045	0.013	0.040	0.0080	0.02	0.561	0.00	1.267
<u>Pk-1+144,51 rotonda a P.k-1+121,175 eje B</u>							
0.0066	0.012	0.047	0.0111	0.02	0.601	0.01	1.251
<u>Pk-1+160 rotonda a P.k-1+029 eje C</u>							
0.0101	0.013	0.054	0.0147	0.02	0.688	0.01	1.333
<u>Pk-1+180 a P.k-1+198</u>							
0.0065	0.013	0.046	0.0106	0.02	0.616	0.01	1.297
<u>Pk-1+198 a P.k-1+000</u>							
0.0078	0.013	0.049	0.0121	0.02	0.644	0.01	1.312
<u>Eje A</u>							
<u>Pk-1+066,48 a P.k-1+040,72</u>							
0.0098	0.019	0.050	0.0125	0.02	0.784	0.01	1.582
<u>Pk-1+01040 a P.k-1+019,75</u>							
0.0036	0.022	0.033	0.0056	0.02	0.644	0.00	1.589
<u>Eje B</u>							
<u>Pk-1+000 a P.k-1+034,43</u>							
0.0072	0.019	0.045	0.0100	0.02	0.722	0.01	1.540

<u>Pk-1+034,43 a P.k-1+058,01</u>							
0.0070	0.010	0.050	0.0123	0.02	0.568	0.01	1.152
<u>Pk-1+058,01 a P.k-1+081,23</u>							
0.0079	0.010	0.052	0.0135	0.02	0.586	0.01	1.161
<u>Eje C</u>							
<u>Pk-1+000 a P.k-1+024,37</u>							
0.0016	0.012	0.028	0.0039	0.01	0.425	0.00	1.151
<u>Pk-1+092 a P.k-1+154</u>							
0.0066	0.011	0.047	0.0113	0.02	0.587	0.01	1.216
<u>Eje D</u>							
<u>Pk-1+186,88 a P.k-1+150</u>							
0.0107	0.021	0.051	0.0129	0.02	0.834	0.01	1.672
<u>Pk-1+150 a P.k-1+143,59</u>							
0.0017	0.008	0.030	0.0045	0.01	0.374	0.00	0.972
<u>Eje E</u>							
<u>Pk-1+024,469 a P.k-1+053,246</u>							
0.0057	0.014	0.043	0.0094	0.02	0.609	0.01	1.319
<u>Pk-1+053,246 a P.k-1+067,9107</u>							
0.0024	0.006	0.037	0.0069	0.02	0.350	0.00	0.822
<u>Eje F</u>							
<u>Pk-1+155,17 a P.k-1+134,07</u>							
0.0061	0.027	0.039	0.0077	0.02	0.790	0.01	1.803
<u>Pk-1+134,07 a P.k-1+111,29</u>							
0.0092	0.005	0.063	0.0196	0.03	0.470	0.01	0.847
<u>Pk-1+111,19 a P.k-1+091,29</u>							
0.0075	0.005	0.058	0.0168	0.03	0.450	0.01	0.844
<u>Pk-1+091,29 a P.k-1+071,29</u>							
0.0071	0.005	0.057	0.0160	0.03	0.443	0.01	0.841
<u>Pk-1+071,29 a P.k-1+053,89</u>							
0.0059	0.005	0.053	0.0140	0.02	0.424	0.01	0.832

Pk-1+053,89 a P.k-1+037,69

0.0049	0.003	0.054	0.0148	0.02	0.331	0.00	0.641
--------	-------	-------	--------	------	-------	------	-------

Pk-1+037,69 a P.k-1+021,49

0.0044	0.003	0.052	0.0138	0.02	0.323	0.00	0.637
--------	-------	-------	--------	------	-------	------	-------

Eje H

Pk-1+196,161 a P.k-1+166,2

0.0047	0.005	0.049	0.0118	0.02	0.397	0.00	0.812
--------	-------	-------	--------	------	-------	------	-------

Pk-1166,2 a P.k-1141,5

0.0056	0.022	0.039	0.0076	0.02	0.726	0.01	1.658
--------	-------	-------	--------	------	-------	------	-------

2. CÁLCULO HIDRÁULICO DE LAS BAJANTES

- DATOS

Anchura fondo 0,3
Talud izq., 0
Talud dcho., 0
Nº Manning 0,014

Q	Pte	Calado	Área	Rh	v	Qi	Fr
0,0441	0,050	0,070	0,0210	0,05	2,102	0,04	2,536
0,0624	0,100	0,070	0,0210	0,05	2,972	0,06	3,586
0,0764	0,150	0,070	0,0210	0,05	3,640	0,08	4,393
0,0883	0,200	0,070	0,0210	0,05	4,203	0,09	5,072
0,0987	0,250	0,070	0,0210	0,05	4,699	0,10	5,671
0,1081	0,300	0,070	0,0210	0,05	5,148	0,11	6,212
0,1168	0,350	0,070	0,0210	0,05	5,560	0,12	6,710
0,1248	0,400	0,070	0,0210	0,05	5,944	0,12	7,173
0,1324	0,450	0,070	0,0210	0,05	6,305	0,13	7,608
0,1396	0,500	0,070	0,0210	0,05	6,646	0,14	8,020
0,1464	0,550	0,070	0,0210	0,05	6,970	0,15	8,411
0,1529	0,600	0,070	0,0210	0,05	7,280	0,15	8,785
0,1591	0,650	0,070	0,0210	0,05	7,577	0,16	9,144
0,1651	0,700	0,070	0,0210	0,05	7,863	0,17	9,489
0,1709	0,750	0,070	0,0210	0,05	8,139	0,17	9,822
0,1765	0,800	0,070	0,0210	0,05	8,406	0,18	10,144

Bajante escollera 1

0,0062	0,510	0,009	0,0028	0,01	2,186	0,01	7,188
--------	-------	-------	--------	------	-------	------	-------

3. CÁLCULO DE COLECTORES

Cálculo hidráulico Manning-Strickler

Tramo	Q m3/s	Diam, m	n	Pte	Qlleno m3/s	Calado m	Rh m	v m/s
Red A								
A10-A9	0,00279	0,30	0,009	0,01500	0,1711	0,0267	0,0170	0,9014
A9-A8	0,01569	0,30	0,009	0,01500	0,1711	0,0614	0,0369	1,5088
A8-A7	0,02296	0,30	0,009	0,00500	0,0988	0,0984	0,0551	1,1382
A7-A6	0,05496	0,30	0,009	0,00500	0,0988	0,1599	0,0780	1,4345
A6-A5	0,06657	0,30	0,009	0,00500	0,0988	0,1804	0,0834	1,4995
A5-A4	0,07031	0,30	0,009	0,00500	0,0988	0,1870	0,0849	1,5172
A4-A3	0,07938	0,30	0,009	0,00500	0,0988	0,2037	0,0879	1,5537
A3-A2	0,08093	0,30	0,009	0,00500	0,0988	0,2066	0,0884	1,5590
A2-A1	0,09132	0,30	0,009	0,00500	0,0988	0,2277	0,0907	1,5862
A1-A0	0,10526	0,40	0,009	0,00500	0,2127	0,1988	0,0996	1,6883
A1.2-A1.1	0,00594	0,30	0,009	0,00500	0,0988	0,0499	0,0306	0,7691
A1.1-A1	0,01083	0,30	0,009	0,00500	0,0988	0,0671	0,0399	0,9178
A7.3-A7.2	0,00447	0,30	0,014	0,00500	0,0635	0,0539	0,0328	0,5180
A7.2-A7.1	0,01493	0,30	0,014	0,00500	0,0635	0,0990	0,0554	0,7340
A7.1-A7	0,02955	0,30	0,009	0,00500	0,0988	0,1125	0,0612	1,2204
Red B								
B5-B4	0,01037	0,30	0,009	0,00500	0,0988	0,0656	0,0392	0,9062
B4-B3	0,01236	0,30	0,009	0,00500	0,0988	0,0717	0,0423	0,9537
B3-B2	0,02293	0,30	0,009	0,00500	0,0988	0,0983	0,0551	1,1378
B2-B1	0,06056	0,30	0,009	0,00500	0,0988	0,1698	0,0808	1,4678
B1-B0	0,06426	0,40	0,014	0,00500	0,1367	0,1929	0,0977	1,0713
B1.2-B1.1	0,01001	0,30	0,014	0,00500	0,0635	0,0805	0,0467	0,6553
B1.1-B1	0,02748	0,30	0,009	0,00500	0,0988	0,1082	0,0594	1,1964
Red C								
C2-C1	0,01243	0,30	0,014	0,00500	0,0635	0,0900	0,0513	0,6971
C1-C0	0,03612	0,30	0,009	0,00500	0,0988	0,1255	0,0664	1,2885
C1-C0	0,10614	0,40	0,009	0,00500	0,2127	0,1998	0,0999	1,6918
Red D								
D1-C0	0,03320	0,30	0,009	0,00500	0,0988	0,1198	0,0642	1,2597
Red E								
E2-E1	0,00651	0,30	0,014	0,01000	0,0898	0,0547	0,0333	0,7392
E1-B0	0,00651	0,30	0,009	0,01000	0,1397	0,0441	0,0273	1,0086
Red F								
F1-F0	0,07025	0,30	0,009	0,01000	0,1397	0,1505	0,0752	1,9789

4. CALCULO DE LOS CAÑOS

El cálculo se ha realizado usando el ábaco 5.9 de la 5.2-IC, para un periodo de retorno de 100 años.

Caño	(P.K.)	Q	Diam	Qesp	embocadura con aletas		embocadura exenta	
					He/D	He	He/D	He
Colector A (A7.1-A)	1+150	0,030	0,3	0,191	0,60	0,18	0,68	0,20
Colector A (A7.3-A7.2)	1+120	0.3	0.035	0.10	0.03	0.12	0.04	0.3
Colector B (B1-B0)	0+045	0.4	0.244	0.53	0.21	0.55	0.22	0.4
Colector B (B1.1-B1.2)	1+330	0.3	0.214	0.51	0.15	0.53	0.16	0.3
Colector C (C2-C1)	1+215	0.3	0.097	0.51	0.15	0.53	0.16	0.3
Colector E (E2-E1)	0+195	0.3	0.051	0.25	0.08	0.30	0.09	0.3

El cálculo se ha realizado usando el ábaco 5.10 de la 5.2-IC, para un periodo de retorno de 100 años.

Caño	(P.K.)	Q	Altura	Ancho	Qesp	embocadura con aletas		embocadura con aletas ²	
						He/H	He	He/H	He
Galeria	1+140	0.705	1.7	1.000	0.132	0.42	0.42	0.50	0.50
Anillo rotonda	Anillo	1.263	0.75	0.80	0.751	1.40	1.12	1.50	1.20

5. COMPROBACIÓN DE SUMIDEROS

CALCULO DE SUMIDEROS VERTEDERO							CALCULO DE SUMIDEROS ORIFICIO						
L	b	H	J	P	Q		L	b	H	J	S	Q	
					Punto bajo	En pendiente						Punto bajo	En pendiente
cm	cm	cm	m/m	cm	l/s	l/s	cm	cm	cm	m/m	m2	l/s	l/s
60	60	17	0.005	240	280.37	260.81	60	60	17	0.005	240	476.18	442.96
60	60	17	0.010	240	280.37	243.80	60	60	17	0.010	240	476.18	414.07
60	60	17	0.015	240	280.37	228.87	60	60	17	0.015	240	476.18	388.72
60	60	17	0.020	240	280.37	215.67	60	60	17	0.020	240	476.18	366.29
60	60	17	0.025	240	280.37	203.91	60	60	17	0.025	240	476.18	346.31
60	60	17	0.030	240	280.37	193.36	60	60	17	0.030	240	476.18	328.40
60	60	17	0.035	240	280.37	183.85	60	60	17	0.035	240	476.18	312.25
60	60	17	0.040	240	280.37	175.23	60	60	17	0.040	240	476.18	297.61
60	60	17	0.045	240	280.37	167.39	60	60	17	0.045	240	476.18	284.29
60	60	17	0.050	240	280.37	160.21	60	60	17	0.050	240	476.18	272.10
60	60	17	0.055	240	280.37	153.63	60	60	17	0.055	240	476.18	260.92
60	60	17	0.060	240	280.37	147.56	60	60	17	0.060	240	476.18	250.62
60	60	17	0.065	240	280.37	141.96	60	60	17	0.065	240	476.18	241.10
60	60	17	0.070	240	280.37	136.77	60	60	17	0.070	240	476.18	232.28
60	60	17	0.005	240	280.37	260.81	60	60	17	0.005	240	476.18	442.96
60	60	17	0.010	240	280.37	243.80	60	60	17	0.010	240	476.18	414.07
60	60	17	0.015	240	280.37	228.87	60	60	17	0.015	240	476.18	388.72
60	60	17	0.020	240	280.37	215.67	60	60	17	0.020	240	476.18	366.29
60	60	17	0.025	240	280.37	203.91	60	60	17	0.025	240	476.18	346.31
60	60	17	0.030	240	280.37	193.36	60	60	17	0.030	240	476.18	328.40

INTERPOLACION

L	b	H	J	S	Q	
					Punto bajo	En pendiente
cm	cm	cm	m/m	m2	l/s	l/s
60	60	17	0.005	240	378.28	351.88
60	60	17	0.010	240	378.28	328.94
60	60	17	0.015	240	378.28	308.80
60	60	17	0.020	240	378.28	290.98
60	60	17	0.025	240	378.28	275.11
60	60	17	0.030	240	378.28	260.88
60	60	17	0.035	240	378.28	248.05
60	60	17	0.040	240	378.28	236.42
60	60	17	0.045	240	378.28	225.84
60	60	17	0.050	240	378.28	216.16
60	60	17	0.055	240	378.28	207.27
60	60	17	0.060	240	378.28	199.09
60	60	17	0.065	240	378.28	191.53
60	60	17	0.070	240	378.28	184.52
60	60	17	0.005	240	378.28	351.88
60	60	17	0.010	240	378.28	328.94
60	60	17	0.015	240	378.28	308.80
60	60	17	0.020	240	378.28	290.98
60	60	17	0.025	240	378.28	275.11
60	60	17	0.030	240	378.28	260.88

CALCULO DE SUMIDEROS VERTEDERO

L	b	H	J	P	Q	
					Punto bajo	En pendiente
cm	cm	cm	m/m	cm	l/s	l/s
53.5	35		3.00	0.005	177	15.33
53.5	35		3.00	0.010	177	15.33
53.5	35		3.00	0.015	177	15.33
53.5	35		3.00	0.020	177	15.33
53.5	35		3.00	0.025	177	15.33
53.5	35		3.00	0.030	177	15.33
53.5	35		3.00	0.035	177	15.33
53.5	35		3.00	0.040	177	15.33
53.5	35		3.00	0.045	177	15.33
53.5	35		3.00	0.050	177	15.33
53.5	35		3.00	0.055	177	15.33
53.5	35		3.00	0.060	177	15.33
53.5	35		3.00	0.065	177	15.33
53.5	35		3.00	0.070	177	15.33
53.5	35		3.00	0.005	177	15.33
53.5	35		3.00	0.010	177	15.33
53.5	35		3.00	0.015	177	15.33
53.5	35		3.00	0.020	177	15.33
53.5	35		3.00	0.025	177	15.33
53.5	35		3.00	0.030	177	15.33

CALCULO DE SUMIDEROS VERTEDERO

L	b	H	J	P	Q	
					Punto bajo	En pendiente
cm	cm	cm	m/m	cm	l/s	l/s
53.5	35		5.00	0.005	177	32.98
53.5	35		5.00	0.010	177	32.98
53.5	35		5.00	0.015	177	32.98
53.5	35		5.00	0.020	177	32.98
53.5	35		5.00	0.025	177	32.98
53.5	35		5.00	0.030	177	32.98
53.5	35		5.00	0.035	177	32.98
53.5	35		5.00	0.040	177	32.98
53.5	35		5.00	0.045	177	32.98
53.5	35		5.00	0.050	177	32.98
53.5	35		5.00	0.055	177	32.98
53.5	35		5.00	0.060	177	32.98
53.5	35		5.00	0.065	177	32.98
53.5	35		5.00	0.070	177	32.98
53.5	35		5.00	0.005	177	32.98
53.5	35		5.00	0.010	177	32.98
53.5	35		5.00	0.015	177	32.98
53.5	35		5.00	0.020	177	32.98
53.5	35		5.00	0.025	177	32.98
53.5	35		5.00	0.030	177	32.98