

ANEJO Nº 4:
ESTUDIO HIDROLOGICO - HIDRAULICO.

**ANEJO- ESTUDIO HIDROLÓGICO-
HIDRÁULICO PARA PERIODO DE
RETORNO 10 Y 500 AÑOS:**

**EN ARROYO MARÍN A SU PASO POR
“FINCA LA CAPELLANÍA”, CON EL FIN
DE DELIMITAR DOMINIO PÚBLICO
HIDRÁULICO, ZONA INUNDABLE Y
POSIBILIDAD DE RIESGO SOBRE
INDUSTRIA HORTOFRUTÍCOLA.**

Promotor: JOSÉ LUÍS MONTOSA, S.L.

MEMORIA

I N D I C E G E N E R A L

.- MEMORIA.-

1.- ANTECEDENTES JUSTIFICACION Y OBJETIVOS.-

2.- FUNDAMENTOS DE CÁLCULO.-

2.1.- PRECIPITACIÓN DE DISEÑO DE 10 y 500 AÑOS.

2.2.- CAUDAL PUNTA DE 10 y 500 AÑOS.

2.3.- CALADO MÁXIMO A 10 y 500 AÑOS.

3.- RESULTADOS.-

4.- CONCLUSIÓN.-

.- CALCULOS.-

I. CALCULOS PARA PERIODO DE RETORNO 10 AÑOS (D.P.H.)

I.1: PRECIPITACIÓN DE DISEÑO PARA T=10 AÑOS.

I.2: CALCULO DEL CAUDAL PUNTA AVENIDA T=10 AÑOS.

I.3: NIVEL DEL ARROYO MARÍN PARA PRECIPITACIONES T=10 AÑOS.

II. CALCULOS PARA PERIODO DE RETORNO 10 AÑOS (ZONA INUNDABLE)

II.1: RIESGO DE AVENIDA DE T=500 AÑOS.

II.2: PRECIPITACIÓN DE DISEÑO PARA T=500 AÑOS.

II.3: CALCULO DEL CAUDAL PUNTA AVENIDA T=500 AÑOS.

II.4: NIVEL DEL ARROYO MARÍN PARA PRECIPITACIONES DE T=500 AÑOS.

- PLANOS - (Se adjuntan con el resto de planos del documento general)

CUENCA.

DPH (T 10 AÑOS): PERFILES TRANSVERSALES.

DPH (T 10 AÑOS): SUPERFICIE OCUPADA.

ZONA INUNDABLE (T 500 AÑOS): PERFILES TRANSVERSALES.

ZONA INUNDABLE (T 500 AÑOS): SUPERFICIE OCUPADA.

SECCIÓN LONGITUDINAL DEL CAUCE.

M E M O R I A

1.- ANTECEDENTES, JUSTIFICACION Y OBJETIVOS.-

Se está tramitando Plan Especial de Dotaciones para Ampliación de Industria Hortofrutícola en “Finca la Capellanía”.

En este sentido, la Consejería de Agricultura, Pesca y Medio Ambiente ha emitido Informe Previo de Valoración Ambiental en el se requiere entre otros, la siguiente documentación y delimitación:

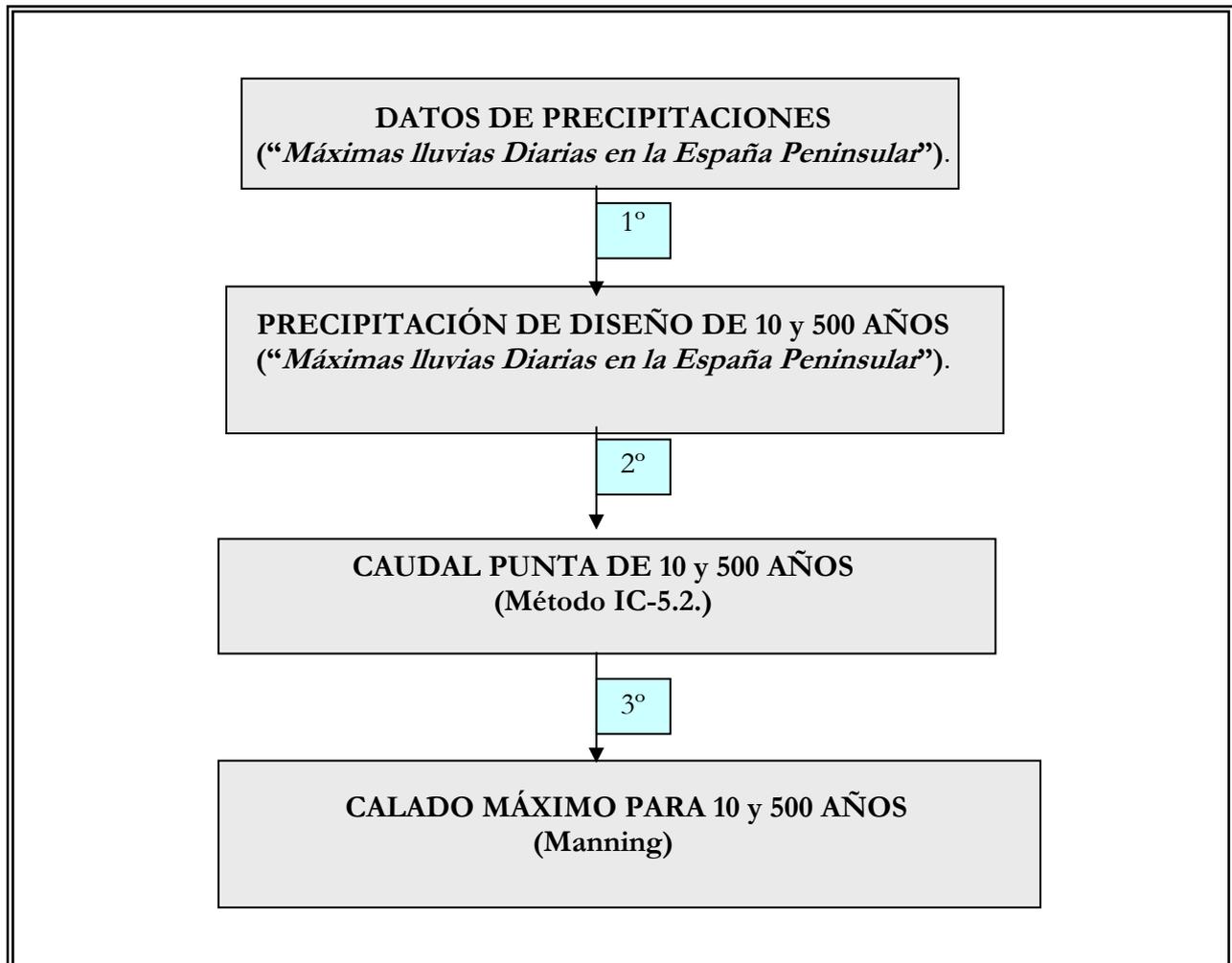
- Delimitación del Dominio Publico Hidráulico del arroyo Marín al paso por la finca.
- Estudio hidrológico e hidráulico, para un periodo de retorno de 500 años, que delimite el límite de la posible afección del arroyo Marín en la zona afectada por el Plan Especial y evalúe la posibilidad de riesgo que pudiera suponer la afección por inundación.

El objetivo principal del presente documento es, por tanto incluir la documentación necesaria para resolver este requerimiento, por ello se incluye dentro de la presente memoria lo siguiente:

- Estudio hidrológico e hidráulico para la avenida de 10 años, con el que se delimita el Dominio Público Hidráulico; y para la avenida de 500 años, con el que se delimita el límite de zona inundable.

3.- FUNDAMENTOS DE CÁLCULO.-

El proceso lógico que se ha seguido para la realización del presente estudio hidrológico es el siguiente:



3.1.- PRECIPITACIÓN DE DISEÑO DE 500 AÑOS.-

Para la determinación de la precipitación diaria máxima para un periodo de retorno de 10 y 500 años se aplica el método incluido en el libro “Máximas lluvias diarias en la España Peninsular” publicado por el Ministerio de Fomento.

Se obtiene el Coeficiente de Variación (Cv) y la precipitación media (P) a partir de mapa.

Con el valor de Cv se obtiene de una tabla K500 y K10.

$$P_{10} = K_{10} \cdot P$$

$$P_{500} = K_{500} \cdot P$$

Sustituyendo los valores de K_{500} , K_{10} y P en la ecuación, se obtiene la precipitación máxima en 24 h para un periodo de retorno de 500 años y 10 años.

3.2.- CÁLCULO DEL CAUDAL PUNTA DE 10 y 500 AÑOS (IC-5.2).-

El caudal de referencia Q en el punto en el que desagüe una cuenca o superficie se obtendrá mediante la fórmula:

$$Q = C \cdot A \cdot I / K \text{ (método hidrometeorológico)}$$

siendo:

(*) **C**: el coeficiente medio de escorrentía de la cuenca o superficie drenada (apartado 2.5).

A: su área, salvo que tenga aportaciones o pérdidas importantes, tales como resurgencias o sumideros, en cuyo caso el cálculo del caudal Q deberá justificarse debidamente.

(**) **I**: la intensidad media de precipitación correspondiente al período de retorno considerado y a un intervalo igual al tiempo de concentración (apartado 2.3).

K: 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 está dado por la tabla 2.1.

Tabla 2.1
Valores de K

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

(*) **C: ESCORRENTIA**

El coeficiente C de escorrentía define la proporción de la componente superficial de la precipitación de intensidad I, y depende de la razón entre la precipitación diaria Pd correspondiente al período de retorno y el umbral de escorrentía Po a partir del cual se inicia ésta.

Si la razón Pd/Po fuera inferior a la unidad, el coeficiente C de escorrentía podrá considerarse nulo. En caso contrario, el valor de C podrá obtenerse de la fórmula.

$$C = \frac{[(Pd/Po) - 1] \cdot [(Pd/Po) + 23]}{[(Pd/Po) + 11]^2}$$

El umbral de escorrentía Po se podrá obtener de la tabla adjunta, multiplicando los valores en ella contenidos por el coeficiente corrector. Este coeficiente refleja la variación regional de la humedad habitual en el suelo al comienzo de aguaceros significativos, e incluye una mayoración (del orden del 100 %) para evitar sobrevaloraciones del caudal de referencia a causa de ciertas simplificaciones del tratamiento estadístico del método hidrometeorológico, el cual ha sido contrastado en distintos ambientes de la geografía española.

Los núcleos urbanos, edificaciones rurales, caminos, etc., no se tendrán en cuenta donde representen una proporción despreciable del área total. En su caso, deberán diferenciarse las proporciones de los distintos tipos de suelo, atribuyendo a cada una el valor correspondiente de Po. Deberán tenerse en cuenta las modificaciones futuras previsibles en la cuenca, tales como urbanizaciones, repoblaciones, cambios de cultivos, supresión de barbechos, etc.

Si no se requiriera gran precisión, podrá tomarse simplificada un valor conservador de Po igual a 20 mm, salvo en cuencas con rocas o suelos arcillosos muy someros, en las que se podrá tomar igual a 10 mm.

Tabla : Estimación inicial del umbral de escorrentía Po (mm)

USO DE LA TIERRA	PENDIENTE (%)	CARACTERISTICAS HIDROLOGICAS	GRUPO DE SUELO			
			A	B	C	D
Barbecho	>3	R	15	8	6	4
		N	17	11	8	6
	<3	R/N	20	14	11	8
Cultivos en hilera	>3	R	23	13	8	6
		N	25	16	11	8
	<3	R/N	28	19	14	11
Cereales de invierno	>3	R	29	17	10	8
		N	32	19	12	10
	<3	R/N	34	21	14	12
Rotación de cultivos pobres	>3	R	26	15	9	6
		N	28	17	11	8
	<3	R/N	30	19	13	8
Rotación de cultivos densos	>3	R	37	20	12	9
		N	42	23	14	11
	<3	R/N	47	25	16	13
Praderas	>3	Pobre	24	14	8	6
		Media	53	23	14	9
		Buena	*	33	18	13
		Muy buena	*	41	22	15
	<3	Pobre	58	25	12	7
		Media	*	35	17	10
		Buena	*	*	22	14
		Muy buena	*	*	25	16

() I: INTENSIDAD MEDIA DE PRECIPITACION**

La intensidad media I_t (mm/h) de precipitación a emplear en la estimación de caudales de referencia por métodos hidrometeorológicos se podrá obtener por medio de la siguiente fórmula:

$$(I_t/I_d) \frac{28^{0.1} - t^{0.1}}{28^{0.1} - 1^{0.1}} = (I_1/I_d)$$

siendo:

- I_d (mm/h): la intensidad media diaria de precipitación, correspondiente al período de retorno considerado. Es igual a $P_d/24$.
- P_d (mm): la precipitación total diaria correspondiente a dicho período de retorno, que podrá tomarse de los mapas contenidos en la publicación "Isolíneas de precipitaciones máximas previsibles en un día", de la Dirección General de Carreteras, o a partir de otros datos sobre lluvias, los cuales deberán proceder preferentemente del Instituto Nacional de Meteorología.
- I_1 (mm/h): la intensidad horaria de precipitación correspondiente a dicho período de retorno.
- t (h): la duración del intervalo al que se refiere I , que se tomará igual al tiempo de concentración.

TIEMPO DE CONCENTRACION

En el caso normal de cuencas en las que predomine el tiempo de recorrido del flujo canalizado por una red de cauces definidos, el tiempo de concentración $T(h)$ relacionado con la intensidad media de la precipitación se podrá deducir de la fórmula

$$T = 0,3 \cdot [(L/J)^{1/4}]^{0,76}$$

siendo:

- L (km): la longitud del cauce principal.
- J (m/m): su pendiente media.

3.3.- CALADO MÁXIMO PARA 500 AÑOS (IC-5.2).-

Para la determinación del calado del río en función del tiempo desde que se inicio la avenida es necesario encontrar, en primer lugar, una expresión que relacione el caudal con la sección y de esta forma con el calado:

$$Q = \text{Secc} \cdot V \quad \text{(i) Ecuación de continuidad}$$

$$V = R^{2/3} \cdot S^{1/2} / n \quad \text{(ii) Manning}$$

En donde:

- v = Velocidad del flujo (m/s) debe ser menor de 6 m/s.
- A = Área del tubo (m^2)
- n = Coeficiente de rugosidad (adim) tabulado.
- P_m = Perímetro mojado (m)
- S = Pendiente del tubo (m/m)
- R_h = Radio hidráulico (m)

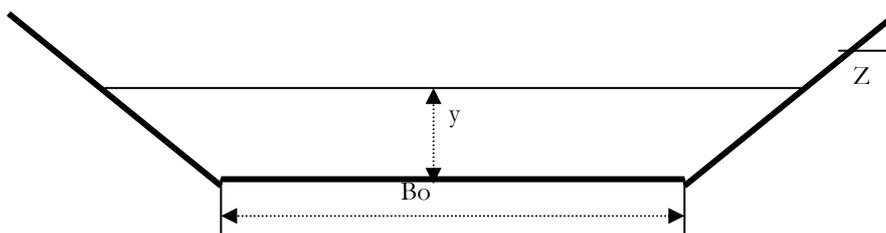
Sustituyendo (ii) en (i):

$$Q = \text{Secc} \cdot R^{2/3} \cdot S^{1/2} / n \quad (4.5)$$

Tanto el radio hidráulico (R) como la sección del cauce (Secc) son función del calado (y), para el caso de una sección trapezoidal:

$$R = (B_o + Z \cdot y) \cdot y / (B_o + 2 \cdot y \cdot (1 + Z^2)^{1/2})$$

$$\text{Secc} = (B_o + Z \cdot y) \cdot y$$



En nuestro caso concreto, se emplearán los datos exactos de la sección del cauce a la altura de la finca obtenidos mediante receptor GPS de alta precisión subcentimétrico sin hacer la aproximación a sección trapezoidal.

Así pues, sustituyendo las dos ecuaciones anteriores en (4.5) se obtiene una expresión de caudal en función del calado:

$$Q = f(y)$$

En base a la expresión anterior se obtiene el valor del calado para los regimenes de avenidas de periodos de retorno 10 y 500 años.

4.- RESULTADOS.-

Los resultados obtenidos se describen y justifican en anejos a la memoria, estos son los siguientes:

1) DATOS DE LA CUENCA:

Superficie total cuenca: 2623981 m²

Clasificación de suelo: C Infiltración Lenta

Tipo-1: Rotacion de cultivos pobres con pte>3% N

 %: 40%

 Po: 11

Tipo-2: Equivale Plantaciones regulares con pte>3%

 %: 40%

 Po: 19

Tipo-3: Equivalente a Barbecho pte>3% N

 %: 20%

 Po: 8

Características hidrológicas: Media

- Uso de la tierra: Masas Forestales de Espesura Clara.
- Po sin corregir de: 13.6 mm.
- Po corregido de: 41 mm.
- Po (según informe de la Secretaría general de Medio Ambiente debe ser 20-25 máximo), se considera un valor de Po = **24,4 mm**.
- Cotas, longitudes y pendientes:

	Cota Superior	Cota Inferior	Longitud	Pendiente m/m
Tramo-1: Exterior al cauce	365 m	345 m	0,1 km	0,2
Tramo-2: Interior al cauce	345 m	41 m.	3,91 km	0,078

- Tiempo de concentración: **1,44 horas**.

2) PRECIPITACIONES DE DISEÑO:

- La Precipitación de diseño calculada según la publicación del Ministerio de Fomento “*Máximas lluvias diarias en la España Peninsular*” para un periodo de retorno:
 - de 10 años es de **96 mm/día**.
 - de 500 años es de **222 mm/día**.

3) CAUDALES PUNTA:

- El Caudal Punta en la zona de actuación producido por la precipitación de diseño de 10 años discurriendo por la cuenca es **9,11 m³/s**, con un umbral de escorrentía de 24,4 mm., un tiempo de concentración de 1,44 horas y un coeficiente de escorrentía 0,36.
- El Caudal Punta en la zona de actuación producido por la precipitación de diseño de 500 años discurriendo por la cuenca es **37,97 m³/s**, con un umbral de escorrentía de 24,4 mm., un tiempo de concentración de 1,41 horas y un coeficiente de escorrentía 0,64. Pero se considera como caudal punta el establecido en los criterios de confederación (20 m³/s ·Km²) como **52,48 m³/s**.

4) ZONA INUNDABLE Y DPH:

- El Calado máximo en la zona de actuación producido por la precipitación de diseño de 500 años (límite de zona inundable) en las 3 secciones no llega al nivel de la solera de la industria:

RELACIÓN ENTRE CALADO Y CAUDAL

	<u>cota lamina agua</u> (m)	<u>VELOCIDAD</u> <u>AGUA</u> (m/s)	<u>CAUDAL</u> <u>ADMISIBLE</u> (m ³ /s)
nivel solera en Sección-1:	44.12	2.55	122.33
nivel T: 500 años en Sección 2:	43.82	1.96	59.20
nivel solera en Sección-1:	44.12	4.00	385.11
nivel T: 500 años en Sección 2:	43.17	1.94	56.87
nivel solera en Sección-3:	44.12	4.77	760.78
nivel T: 500 años en Sección 3:	42.32	2.10	56.71

- El Calado máximo en la zona de actuación producido por la precipitación de diseño de 10 años (límite del Dominio Público Hidráulico) en las 3 secciones no llega a afectar la parcela:

RELACIÓN ENTRE CALADO Y CAUDAL

	<u>cota lamina agua</u> (m)	<u>VELOCIDAD</u> <u>AGUA</u> (m/s)	<u>CAUDAL</u> <u>ADMISIBLE</u> (m ³ /s)
nivel solera en Sección-1:	44.12	2.50	120.30
nivel T: 10 años en Sección 2:	43.32	2.52	10.22
nivel solera en Sección-1:	44.12	3.93	378.69
nivel T: 10 años en Sección 2:	42.82	2.43	9.61
nivel solera en Sección-3:	44.12	4.69	748.10
nivel T: 10 años en Sección 3:	41.62	2.34	13.29

5.- CONCLUSIÓN.-

Con lo expuesto anteriormente en esta Memoria y los Documentos que se adjuntan, el Técnico que suscribe cree que se han cumplido los objetivos del presente estudio.

En base a los datos de precipitaciones y topográficos, y realizando los cálculos anteriormente indicados se llega a la conclusión de que:

- El nivel de la zona inundable teórica ($T=500$ años) calculado en esta memoria queda por debajo del nivel de los edificios, no estando estos en zona inundable; se aportan cálculos, “modelación” en tres secciones, planos de perfiles transversales y plano de planta donde se representa la superficie ocupada por este periodo de retorno (zona inundable).
- El nivel de la avenida con periodo de retorno 10 años calculado en esta memoria queda fuera de la parcela, estando por tanto el límite de la parcela fuera del Dominio Público Hidráulico; se aportan cálculos, “modelación” en tres secciones, planos de perfiles transversales y plano de planta donde se representa la superficie ocupada por este periodo de retorno (Dominio Público Hidráulico).

Ronda, Mayo de 2.014.-
EL ARQUITECTO:

Fdo.: Jorge Gil Roca.

CALCULOS:

I. CALCULOS PARA PERIODO DE RETORNO 10 AÑOS (D.P.H.)

I.1: PRECIPITACIÓN DE DISEÑO PARA T=10 AÑOS.

I.2: CALCULO DEL CAUDAL PUNTA AVENIDA T=10 AÑOS.

I.3: NIVEL DEL ARROYO MARÍN PARA PRECIPITACIONES T=10 AÑOS.

II. CALCULOS PARA PERIODO DE RETORNO 10 AÑOS (ZONA INUNDABLE)

II.1: RIESGO DE AVENIDA DE T=500 AÑOS.

II.2: PRECIPITACIÓN DE DISEÑO PARA T=500 AÑOS.

II.3: CALCULO DEL CAUDAL PUNTA AVENIDA T=500 AÑOS.

II.4: NIVEL DEL ARROYO MARÍN PARA PRECIPITACIONES DE T=500 AÑOS.

I. CALCULOS PARA PERIODO DE RETORNO 10 AÑOS (D.P.H.)

I.1: PRECIPITACIÓN DE DISEÑO PARA T=10 AÑOS.

CÁLCULO DE LA PRECIPITACIÓN DE DISEÑO T=10 AÑOS ("Máximas lluvias diarias en la España Peninsular")

COORDENADAS UTM: X: 396100
 Y: 4066100

Cv	PERIODO DE RETORNO EN AÑOS (T)							
	2	5	10	25	50	100	200	500
0.30	0.935	1.194	1.377	1.625	1.823	2.022	2.251	2.541
0.31	0.932	1.198	1.385	1.640	1.854	2.068	2.296	2.602
0.32	0.929	1.202	1.400	1.671	1.884	2.098	2.342	2.663
0.33	0.927	1.209	1.415	1.686	1.915	2.144	2.386	2.724
0.34	0.924	1.213	1.423	1.717	1.930	2.174	2.434	2.785
0.35	0.921	1.217	1.438	1.732	1.961	2.220	2.480	2.831
0.36	0.919	1.225	1.446	1.747	1.991	2.251	2.525	2.892
0.37	0.917	1.232	1.461	1.778	2.022	2.281	2.571	2.953
0.38	0.914	1.240	1.469	1.793	2.052	2.327	2.617	3.014
0.39	0.912	1.243	1.484	1.808	2.083	2.357	2.663	3.067
0.40	0.909	1.247	1.492	1.839	2.113	2.403	2.708	3.128
0.41	0.908	1.255	1.507	1.854	2.144	2.434	2.754	3.189
0.42	0.904	1.259	1.514	1.884	2.174	2.460	2.800	3.250
0.43	0.901	1.263	1.534	1.900	2.205	2.510	2.846	3.311
0.44	0.898	1.270	1.541	1.915	2.220	2.556	2.892	3.372
0.45	0.896	1.274	1.549	1.945	2.251	2.586	2.937	3.433
0.46	0.894	1.278	1.564	1.961	2.281	2.632	2.983	3.494
0.47	0.892	1.286	1.579	1.991	2.312	2.663	3.044	3.555
0.48	0.890	1.289	1.595	2.007	2.342	2.708	3.098	3.616
0.49	0.887	1.293	1.603	2.022	2.373	2.739	3.128	3.677
0.50	0.885	1.297	1.610	2.052	2.403	2.785	3.189	3.738
0.51	0.883	1.301	1.625	2.068	2.434	2.815	3.220	3.799
0.52	0.881	1.308	1.640	2.098	2.464	2.861	3.281	3.860

Tabla valores K en función de Cv y T.

En el mapa se obtiene para estas coordenadas:

P= 60
Cv= 0.491

Para Cv = 0,491 y un periodo de retorno de 10 años: $K_{10} = 1.6037$

$P_{10} = K_{10} \cdot P$

$P_{10} =$	96 mm/día
------------	------------------

I.2: CALCULO DEL CAUDAL PUNTA AVENIDA T=10 AÑOS.

CUENCA ARROYO MARIN HASTA INDUSTRIA
CÁLCULO DEL CAUDAL PUNTA EN EL
PUNTO DE ANALISIS (Q)
T: 10 AÑOS

1) CÁLCULO SEGÚN INSTRUCCIÓN 5.2-IC.-

Fórmula de Cálculo: $Q = C \cdot A \cdot I / K$

- C: el coeficiente medio de escorrentía de la cuenca
- A: su área
- I: la intensidad media de precipitación correspondiente al período de retorno considerado y a un intervalo igual al tiempo de concentración
- K: 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

Valores de K

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

Cálculo del Tiempo de Concentración (T) de la cuenca:

$$T = \Sigma 0,3 \cdot [L / (J^{1/4})]^{0,76}$$

Tramo-1	L=	0.10 Km.
Exterior al cauce	z1=	365 m.
	z2=	345 m.
	J=	0.2 m/m
	T1=	0.07

Tramo-2	L=	3.91 Km.
Interior al cauce	z1=	345 m.
	z2=	41 m.
	J=	0.077749 m/m
	T2=	1.37

T = 1.44 horas

Cálculo de la Intensidad (I_t) para el Tiempo de Concentración calculado:

$$(I_t/I_d)^{28^{0.1} - t^{0.1}} = (I_1/I_d)$$

$$\begin{aligned} I_1/I_d &= 9 \\ t &= 1.44 \\ I_d = P_d / 24 &= 4.01 \text{ mm/h} \end{aligned}$$

$I_t = 29.30 \text{ mm/h}$

Estimación del Umbral de Escorrentía (P_o):

CUENCA-1

Superficie total cuenca: 2623981 m²

Clasificación de suelo: C Infiltración Lenta

Tipo-1: Rotacion de cultivos pobres con pte>3% N

%: 40%

P_o : 11

Tipo-2: Equivale Plantaciones regulares con pte>3%

%: 40%

P_o : 19

Tipo-3: Equivalente a Barbecho pte>3% N

%: 20%

P_o : 8

Características hidrológicas: Media

P_o sin corregir de: 13.6 mm

Coefficiente corrector de $P_o = 3$

Calculando P_o como media ponderada y corrigiendo:

$P_o = 40.8 \text{ mm}$

No obstante se va a considerar un valor de P_o entre 20 y 25 mm.
según informe de la Secretaría general de Medio Ambiente

concretamente se va a considerar $P_o = 24.4 \text{ mm.}$

Cálculo del Coeficiente de Escorrentía (C):

$$C = \frac{[(Pd/Po) - 1] \cdot [(Pd/Po) + 23]}{[(Pd/Po) + 11]^2}$$

$$Pd/Po = 3.9$$

$C = 0.36$

Cálculo del Caudal Punta en el punto de desagüe (Q):

$$Q = C \cdot A \cdot I / K$$

$Q = 9.11 \text{ m}^3/\text{s}$

para un periodo de retorno de 10 años.

I.3: NIVEL DEL ARROYO MARÍN PARA PRECIPITACIONES T=10
AÑOS.

NIVEL DEL ARROYO MARIN PARA PRECIPITACION DE T = 10 años.

Las dimensiones de la sección transversal del cauce del arroyo a la altura de obra en cuestión, obtenidas a partir de G.P.S subcentimétrico (en planos):

	<u>cota lamina agua</u> (m)	<u>SECCIÓN</u> (m2)	<u>PERÍMETRO</u> <u>MOJADO</u> (m)	<u>RADIO</u> <u>HIDRÁULICO</u> (m)
nivel solera en Sección-1:	→ 44.12	48.06	76.30	0.630
nivel T: 10 años en Sección 1:	→ 43.32	4.05	6.35	0.638
nivel solera en Sección-2:	→ 44.12	96.38	77.80	1.239
nivel T: 10 años en Sección 2:	→ 42.82	3.95	6.54	0.604
nivel solera en Sección-3:	→ 44.12	159.41	98.58	1.617
nivel T: 10 años en Sección 3:	→ 41.62	5.67	9.93	0.571

$$Q = \text{Secc} \cdot R^{2/3} \cdot S^{1/2} / n \quad (\text{Manning})$$

Q, el caudal.

Secc, la sección del cauce en el camping.

R, el radio hidráulico ($R = \text{Secc} / \text{Perimetro mojado}$)

S, pendiente de la solera del cauce.

n, coeficiente de Manning (tabla de anejo 6).

n = 0.05 (Cauce natural con vegetación o muy accidentados)

S = 0.029 (medición)

RELACIÓN ENTRE CALADO Y CAUDAL

	<u>cota lamina agua</u> (m)	<u>VELOCIDAD</u> <u>AGUA</u> (m/s)	<u>CAUDAL</u> <u>ADMISIBLE</u> (m3/s)
nivel solera en Sección-1:	→ 44.12	2.50	120.30
nivel T: 10 años en Sección 2:	→ 43.32	2.52	10.22
nivel solera en Sección-1:	→ 44.12	3.93	378.69
nivel T: 10 años en Sección 2:	→ 42.82	2.43	9.61
nivel solera en Sección-3:	→ 44.12	4.69	748.10
nivel T: 10 años en Sección 3:	→ 41.62	2.34	13.29

II. CALCULOS PARA PERIODO DE RETORNO 500 AÑOS (NIVEL INUNDABLE)

II.1. RIESGO DE AVENIDA 500 AÑOS

CÁLCULO DEL RIESGO
MEDIANTE LA FUNCIÓN DE DENSIDAD DE BERNOULLI

La probabilidad de que en "n" años el suceso se produzca "x" veces se distribuye según la función de densidad de Bernoulli:

$$p = Fx(x; n, p)$$

T: Periodo de retorno	T= 1/p	500 años
n: Vida útil del Proyecto		20 años

R: %Riesgo de que ocurra la avenida de 500 años en un periodo de 20 años

$$R = (1 - F0(0; n, 1/T)) * 100$$

Para:

T=	500 años
n=	20 años

R (%)=	4 %
---------------	------------

II.2: PRECIPITACIÓN DE DISEÑO PARA T=500 AÑOS.

CÁLCULO DE LA PRECIPITACIÓN DE DISEÑO T=500 AÑOS ("Máximas lluvias diarias en la España Peninsular")

COORDENADAS UTM: X: 396100
 Y: 4066100

Cv	PERIODO DE RETORNO EN AÑOS (T)							
	2	5	10	25	50	100	200	500
0.30	0.935	1.194	1.377	1.625	1.823	2.022	2.251	2.541
0.31	0.932	1.198	1.385	1.640	1.854	2.068	2.296	2.602
0.32	0.929	1.202	1.400	1.671	1.884	2.098	2.342	2.663
0.33	0.927	1.209	1.415	1.686	1.915	2.144	2.386	2.724
0.34	0.924	1.213	1.423	1.717	1.930	2.174	2.434	2.785
0.35	0.921	1.217	1.438	1.732	1.961	2.220	2.480	2.831
0.36	0.919	1.225	1.446	1.747	1.991	2.251	2.525	2.892
0.37	0.917	1.232	1.461	1.778	2.022	2.281	2.571	2.953
0.38	0.914	1.240	1.469	1.793	2.052	2.327	2.617	3.014
0.39	0.912	1.243	1.484	1.808	2.083	2.357	2.663	3.067
0.40	0.909	1.247	1.492	1.839	2.113	2.403	2.708	3.128
0.41	0.908	1.255	1.507	1.854	2.144	2.434	2.754	3.189
0.42	0.904	1.259	1.514	1.884	2.174	2.460	2.800	3.250
0.43	0.901	1.263	1.534	1.900	2.205	2.510	2.846	3.311
0.44	0.898	1.270	1.541	1.915	2.220	2.556	2.892	3.372
0.45	0.896	1.274	1.549	1.945	2.251	2.586	2.937	3.433
0.46	0.894	1.278	1.564	1.961	2.281	2.632	2.983	3.494
0.47	0.892	1.286	1.579	1.991	2.312	2.663	3.044	3.555
0.48	0.890	1.289	1.595	2.007	2.342	2.708	3.098	3.616
0.49	0.887	1.293	1.603	2.022	2.373	2.739	3.128	3.677
0.50	0.885	1.297	1.610	2.052	2.403	2.785	3.189	3.738
0.51	0.883	1.301	1.625	2.068	2.434	2.815	3.220	3.799
0.52	0.881	1.308	1.640	2.098	2.464	2.861	3.281	3.860

Tabla valores K en función de Cv y T.

En el mapa se obtiene para estas coordenadas:

P= 60
Cv= 0.491

Para Cv = 0,491 y un periodo de retorno de 500 años: $K_{500} = 3.693$

$$P_{500} = K_{500} \cdot P$$

$$P_{500} = 222 \text{ mm/día}$$

II.3: CALCULO DEL CAUDAL PUNTA AVENIDA T=500 AÑOS.

CUENCA ARROYO MARIN HASTA INDUSTRIA
CÁLCULO DEL CAUDAL PUNTA EN EL
PUNTO DE ANALISIS (Q)
T: 10 AÑOS

La confederación hidrográfica estableció los siguientes criterios a aplicar en los estudios hidrologico-hidráulicos para una avenida de 500 años, estos son:

Para la determinación del caudal de la cuenca vertiente en el punto donde se proyecten las obras, se adoptará el mayor valor de los siguientes:

- 1) El obtenido por el método de racional previsto en la "Instrucción 5.2-IC. Drenaje Superficial" del Ministerio de Fomento, o el método modificado de J.R. Temez, válido para cuencas de mayor superficie. Habrá de tomarse con muchas reservas y justificar muy detalladamente valores de P_0 superiores a 20/25 mm. En ningún caso se utilizarán coeficientes de escorrentía inferiores a 0,65-0,70 para un periodo de retorno de 500 años.
- 2) Los siguientes valores en función de las superficies de la cuenca.

Superficies (Km ²)	Q (m ³ /s/Km ²)	Características de los terreno
0-5	20	Rústicos y urbanos
5-20	20-15	Rústicos
5-30	20-15	Urbanos

Para superficies mayores de 30 Km², se aplicará únicamente el punto 1)

1) CÁLCULO SEGÚN INSTRUCCIÓN 5.2-IC.-

Fórmula de Cálculo: $Q = C \cdot A \cdot I / K$

- C: el coeficiente medio de escorrentía de la cuenca
- A: su área
- I: la intensidad media de precipitación correspondiente al período de retorno considerado y a un intervalo igual al tiempo de concentración
- K: 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

Valores de K

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

Cálculo del Tiempo de Concentración (T) de la cuenca:

$$T = \Sigma 0,3 \cdot [L / (J^{1/4})]^{0,76}$$

Tramo-1	L=	0.10 Km.
Exterior al cauce	z1=	365 m.
	z2=	345 m.
	J=	0.2 m/m
	T1=	0.07
Tramo-2	L=	3.91 Km.
Interior al cauce	z1=	345 m.
	z2=	41 m.
	J=	0.077749 m/m
	T2=	1.37

T = 1.44 horas

Cálculo de la Intensidad (I_t) para el Tiempo de Concentración calculado:

$$(I_t/I_d)^{28^{0.1} - t^{0.1}} = (I_1/I_d)$$

$$I_t/I_d = 9$$

$$t = 1.44$$

$$I_d = P_d / 24 = 9.23 \text{ mm/h}$$

I_t = 67.47 mm/h

Estimación del Umbral de Escorrentía (P_o):

	CUENCA-1
Superficie total cuenca:	2623981 m ²
Clasificación de suelo:	C Infiltración Lenta
Tipo-1: Rotacion de cultivos pobres con pte>3% N	
%:	30%
P _o :	11
Tipo-2: Equivale Plantaciones regulares con pte>3%	
%:	50%
P _o :	19
Tipo-3: Equivalente a Barbecho pte>3% N	
%:	20%
P _o :	8
Características hidrológicas:	Media

Po sin corregir de: 14.4 mm

Coefficiente corrector de Po = 3

Calculando Po como media ponderada y corrigiendo:

$$P_o = 43.2 \text{ mm}$$

No obstante se va a considerar un valor de Po entre 20 y 25 mm. según informe de la Secretaría general de Medio Ambiente

concretamente se va a considerar Po = 24.4 mm.

Cálculo del Coeficiente de Escorrentía (C):

$$C = \frac{[(Pd/Po) - 1] \cdot [(Pd/Po) + 23]}{[(Pd/Po) + 11]^2}$$

Pd/Po = 9.1

$$C = 0.64$$

Cálculo del Caudal Punta en el punto de desagüe (Q):

$$Q = C \cdot A \cdot I / K$$

$$Q = 37.97 \text{ m}^3/\text{s}$$

para un periodo de retorno de 500 años.

2) CÁLCULO SEGÚN TABLA.-

Superficies (Km ²)	Q (m ³ /s/Km ²)	Características de los terreno
0-5	20	Rústicos y urbanos
5-20	20-15	Rústicos
5-30	20-15	Urbanos

$$20 \text{ m}^3/\text{s} \cdot \text{Km}^2 \times 2,624 \text{ Km}^2 = 52.48 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$Q = 52.48 \text{ m}^3/\text{s}$$

EL CAUDAL PUNTA EN EL PUNTO DE ESTUDIO SERÁ EL MAYOR DE 1) Y 2):

$$Q = 52.48 \text{ m}^3/\text{s}$$

II.4: NIVEL DEL ARROYO MARÍN PARA PRECIPITACIONES
T=500 AÑOS.

NIVEL DEL ARROYO MARIN PARA PRECIPITACION DE T = 500 años.

Las dimensiones de la sección transversal del cauce del arroyo a la altura de obra en cuestión, obtenidas a partir de G.P.S subcentimétrico (en planos):

	cota lamina agua (m)	SECCIÓN (m2)	PERÍMETRO MOJADO (m)	RADIO HIDRÁULICO (m)
nivel solera en Sección-1:	→ 44.12	48.06	76.30	0.630
nivel T: 500 años en Sección 1	→ 43.82	30.2	70.94	0.426
nivel solera en Sección-2:	→ 44.12	96.38	77.80	1.239
nivel T: 500 años en Sección 2	→ 43.17	29.29	69.8	0.420
nivel solera en Sección-3:	→ 44.12	159.41	98.58	1.617
nivel T: 500 años en Sección 3	→ 42.32	27.05	57.45	0.471

$$Q = \text{Secc} \cdot R^{2/3} \cdot S^{1/2} / n \quad (\text{Manning})$$

Q, el caudal.

Secc, la sección del cauce en el camping.

R, el radio hidráulico (R = Secc/Perimetro mojado)

S, pendiente de la solera del cauce.

n , coeficiente de Manning (tabla de anejo 6).

n = 0.05 (Cauce natural con vegetación o muy accidentados)

S = 0.030 (medición)

RELACIÓN ENTRE CALADO Y CAUDAL

	cota lamina agua (m)	VELOCIDAD AGUA (m/s)	CAUDAL ADMISIBLE (m3/s)
nivel solera en Sección-1:	→ 44.12	2.55	122.33
nivel T: 500 años en Sección 2	→ 43.82	1.96	59.20
nivel solera en Sección-1:	→ 44.12	4.00	385.11
nivel T: 500 años en Sección 2	→ 43.17	1.94	56.87
nivel solera en Sección-3:	→ 44.12	4.77	760.78
nivel T: 500 años en Sección 3	→ 42.32	2.10	56.71