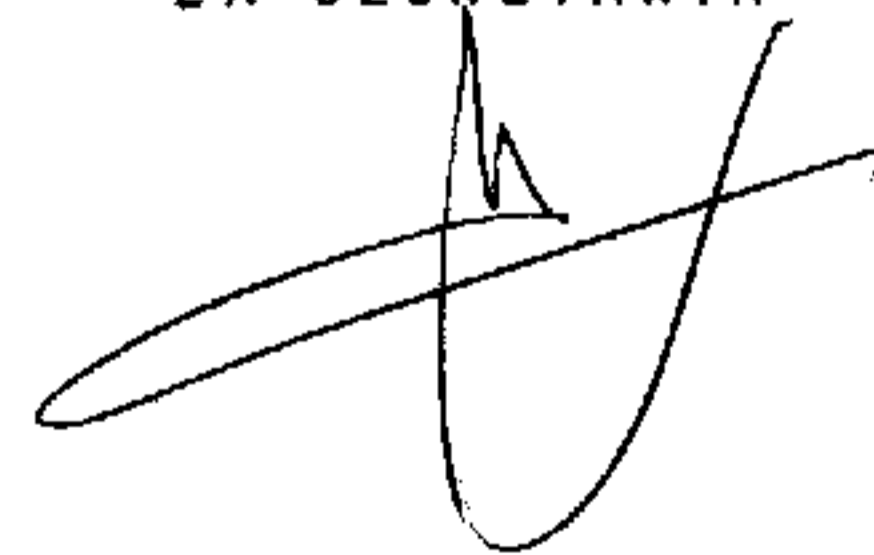


---

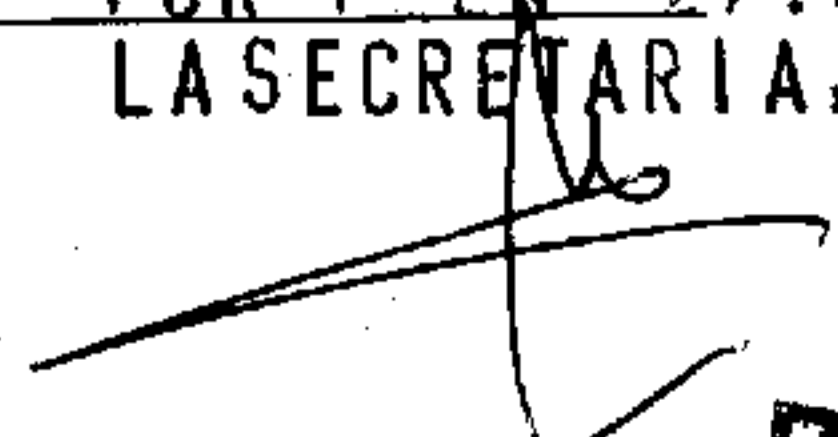
**ANEXOS**

---

APROBADO PROVISIONALMENTE  
POR PLENO 07.08.08  
LA SECRETARIA



APROBADO  
DEFINITIVAMENTE  
POR PLENO 27.03.2007  
LA SECRETARIA,



## INDICE ANEXOS

---

ANEXO I. REPORTAJE FOTOGRÁFICO.

ANEXO II. CÁLCULOS DE AGUAS RESIDUALES

ANEXO III. CÁLCULOS DE AGUAS PLUVIALES

ANEXO IV. HIDROLOGÍA.

ANEXO V. PLANOS.

Plano 1. Plano de situación.

Plano 2. Topográfico. Estado Actual.

Plano 3. Planta general de Zonificación. Ordenación Propuesta

Plano 4. Identificación de Cuencas drenantes.

Plano 5. Red de Saneamiento. Planta general de aguas pluviales propuesta.

Plano 6. Red de Saneamiento. Planta general de aguas residuales propuesta.

APROBADO PROVISIONALMENTE  
POR PLENO 07.08.08  
LA SECRETARIA



APROBADO  
INICIALMENTE  
POR PLENO 27.03 2007  
LA SECRETARIA,

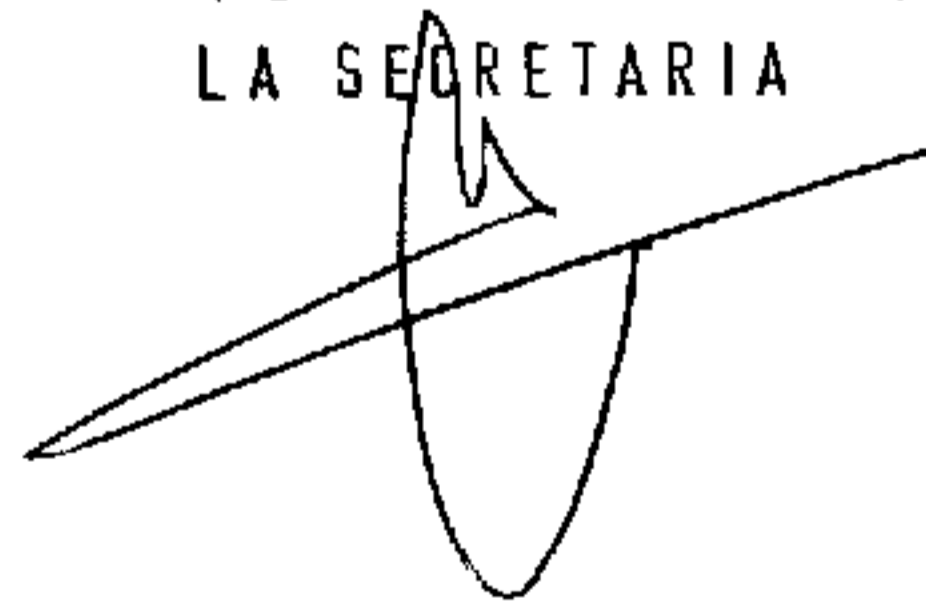


BD

**ANEXO I**

**REPORTAJE FOTOGRAFICO**

APROBADO PROVISIONALMENTE  
POR PLENO 07.08.08  
LA SECRETARIA



APROBADO  
INICIALMENTE  
POR PLENO 27.03  
LA SECRETARIA,



2007  
BD



FOTOS 1-4. Vista Panorámica del APD-16 tomada en dirección sureste / noroeste desde la Vereda Toledana.

ESTUDIO HIDROLÓGICO EN CUMPLIMIENTO DEL DECRETO 170/98 Y R.D. 1664/98. PARA LA MODIFICACIÓN PUNTUAL DE LAS NN.SS. DE GRIÓN. APD-16 "ENCLAVE INDUSTRIAL CASCANTE".

APROBADO INICIALMENTE  
POR PLEN. 27.03 2007  
LA SECRETARIA,

APROBADO PROVISIONALMENTE  
POR PLEN. 07.08.08  
LA SECRETARIA



FOTO 5-8. Vista Panorámica del APD-16 tomada desde la Vereda Toledana en dirección este / oeste.



FOTO 9-13. Vista Panorámica del APD-16 tomada desde la Vereda Toledana en dirección noreste / suroeste.

LA SECRETARIA

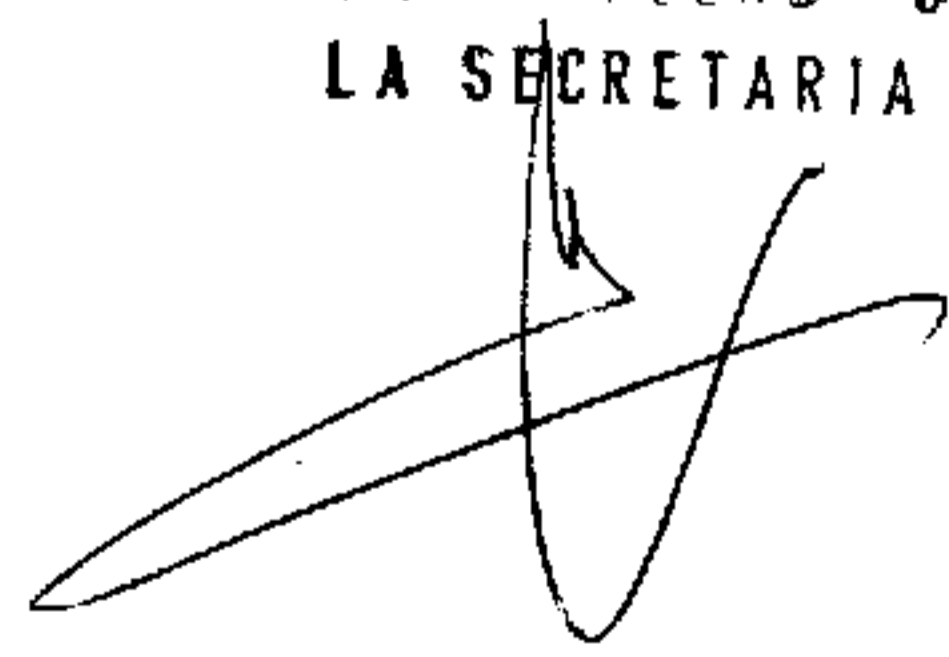
ATUNTA  
APROBADO  
INICIALMENTE  
POR P. EN 27.03 2007  
LA SECRETARIA,  
BD

---

**PLANO DE SITUACIÓN  
DE LAS FOTOGRAFÍAS**

---

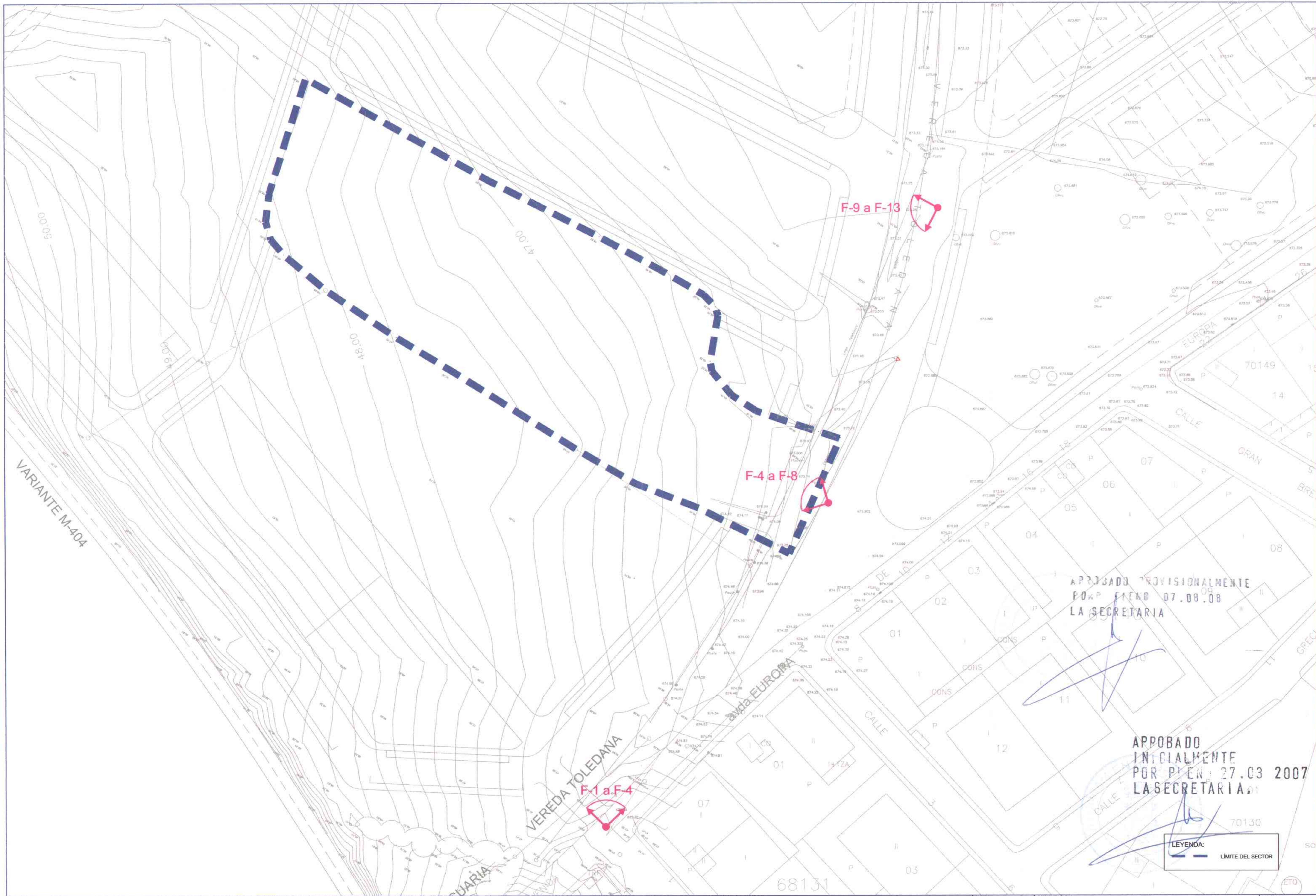
APROBADO PROVISIONALMENTE  
POR PLENIO 07.08.08  
LA SECRETARIA



APROBADO  
INICIALMENTE  
POR PLENIO 27.03.2007  
LA SECRETARIA





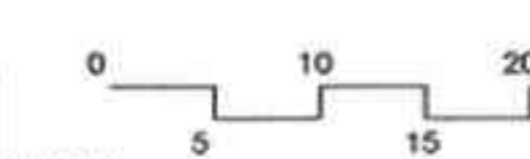
BD



APROBADO PROVISIONALMENTE  
 POR PLENARIO 07.08.08  
 LA SECRETARIA

APROBADO INICIALMENTE  
 POR PLENARIO 27.03.2007  
 LA SECRETARIA


LEYENDA:  
 — LÍMITE DEL SECTOR

PROMOTOR  <b>EXCMO. AYUNTAMIENTO DE GRIÑÓN</b>	EL INGENIERO DE CCP. AUTOR DEL ESTUDIO COLEGIADO Nº 12.425  JORGE LUIS ALEXANDRI VARELA	EMPRESA CONSULTORA <b>ATP Ingenieros Consultores S.A.</b>	ESCALAS 1/500  ORIGINAL DIN-A1 GRAFICA	TITULO DEL ESTUDIO ESTUDIO HIDROLOGICO EN CUMPLIMIENTO DEL DECRETO 170/98 Y R.D. 1664/98 PARA LA MODIFICACION PUNTUAL DE LAS NN.SS. DE GRIÑÓN. APD-16 "ENCLAVE INDUSTRIAL CASCANTE"	FECHA FEBRERO 2007	DENOMINACION REPORTAJE FOTOGRAFICO	PLANO Nº <b>30</b> ANEXO I HOJA 1 DE 1
--	---	--	--	--	-----------------------	---------------------------------------	---

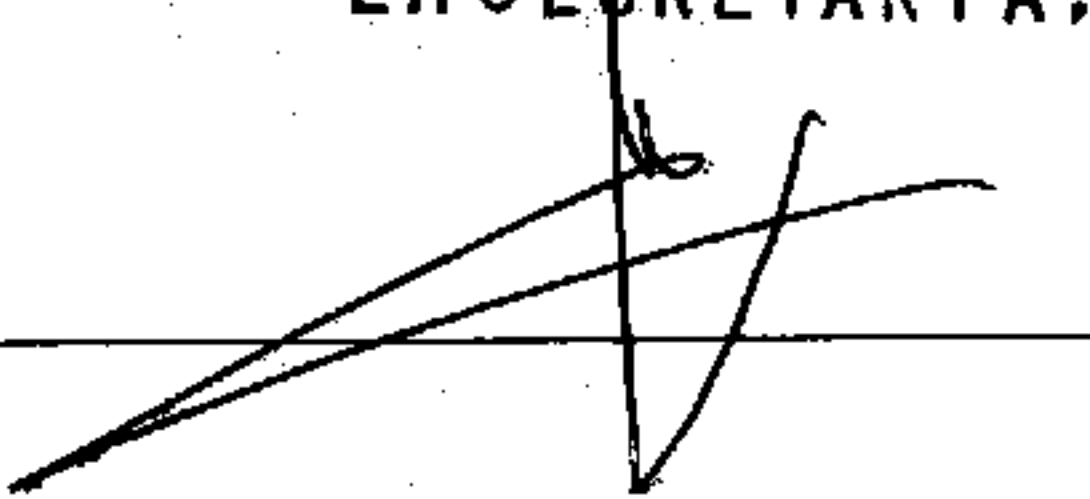
## ANEXO II

### CÁLCULO DE CAUDALES RESIDUALES

APROBADO PROVISIONALMENTE  
POR PLENO 07.08.08  
LA SECRETARIA



APROBADO  
INICIALMENTE  
POR PLEN 27.03 2007  
LA SECRETARIA,



ANEXO II

CÁLCULO DE CAUDALES RESIDUALES

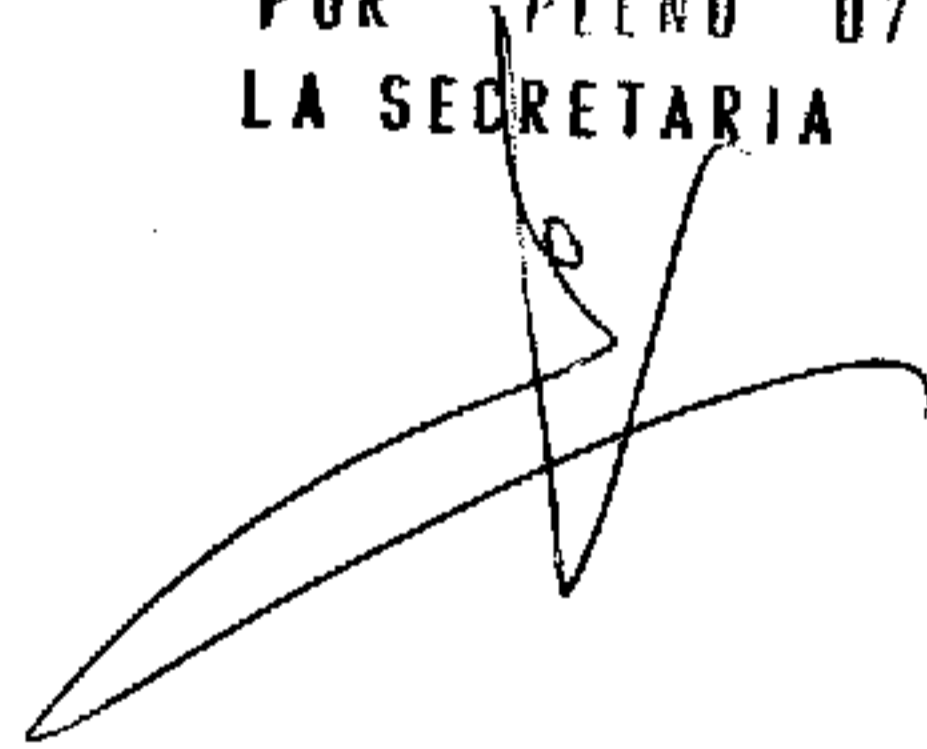
INDICE

1.- METODOLOGÍA APLICADA.....1

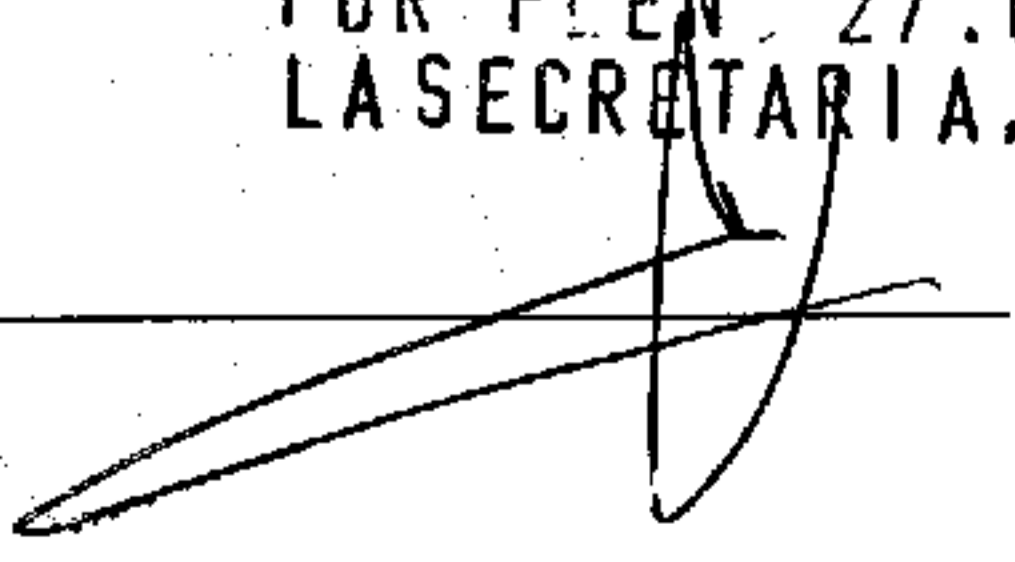
2.- DOTACIONES Y CAUDALES DE AGUAS NEGRAS.....1

3.- DIMENSIONAMIENTO DE LA RED DE SANEAMIENTO .....4

APROBADO PROVISIONALMENTE  
POR PLENO 07.08.08  
LA SECRETARIA



APROBADO  
INICIALMENTE  
POR PLEN. 27.03 2007  
LA SECRETARIA.



ANEXO II

CÁLCULO DE CAUDALES RESIDUALES

**1.- METODOLOGÍA APLICADA**

Para el cálculo de los caudales de aguas residuales, se consideran los caudales aportantes a través de las acometidas de saneamiento provenientes del ámbito APD-16 y que acometen a la red de colectores. El cálculo se efectúa en base a dotaciones asignadas para el número máximo de viviendas y el uso permitido para las mismas.

Para considerar los efectos de simultaneidad y contar con un margen de seguridad en el cálculo, se adopta un coeficiente de mayoración para obtener los caudales punta con los cuales se dimensionan las conducciones.

**2.- DOTACIONES Y CAUDALES DE AGUAS NEGRAS**

Para la determinación de los caudales residuales se utiliza un método basado en dotaciones de consumo de las aguas residuales residenciales, siguiendo los criterios generales de uso y Normativa para Abastecimiento de agua de Canal de Isabel II.

APROBADO PROVISIONALMENTE  
POR PLENIO 07.08.08  
LA SECRETARIA

El valor de los caudales punta surgen, para mayor seguridad en el cálculo, de la consideración de las siguientes condiciones:

-  $Q_{punta} = 3 Q_{med}$  si  $3 Q_{med} < 1,8 (Q_{med} + Q_{med0,5})$

-  $Q_{punta} = 1,8 (Q_{med} + Q_{med0,5})$  si  $3 Q_{med} > 1,8 (Q_{med} + Q_{med0,5})$

Donde  $Q_{med}$  y  $Q_{punta}$  son los caudales medio y punta respectivamente, expresados en l/seg.

APROBADO  
INICIALMENTE  
POR PLENIO 27.03 2007  
LA SECRETARIA.

A continuación se incluyen las tablas-resumen de las dotaciones y caudales de vertidos calculados para el ámbito que nos ocupa.

MUNICIPIO	GRINON
AMBITO:	APD-16 GRIÑÓN
SUPERFICIE (Ha)	0.95

RESIDENCIAL	Nº Viv. [nº]	Dem. riego [m3/día]	Dotación [m3/viv/día]	Qm [m3/día]
<b>MULTIFAMILIARES</b>				
Sv<=120	14		0.90	12.60
120<Sv<=180			1.05	0.00
Sv>180			1.20	0.00
<b>UNIFAMILIARES</b>				
Sp<=200			1.20	0.00
200<Sp<=400	12		1.60	19.20
400<Sp<=600			2.00	0.00
600<Sp<=800			2.50	0.00
800<Sp<=1000			3.00	0.00
En las parcelas unifamiliares superiores a 1.000 m2 se añadirán las demandas de riego que excedan de 1,20 m3/día				
<b>TOTAL RESID.</b>	<b>26</b>	<b>0.00</b>		<b>31.80</b>

TERCIARIO, DOTACIONAL E INDUSTRIAL	Superf. bruta [m2]	Edif. [m2/m2]	Superf. edif. [m2]	Dotación [l/m2/día]	Qm [m3/día]
TERCIARIO	0.00	0.00	0.00	8.64	0.00
	0.00	0.00	0.00	8.64	0.00
	0.00	0.00	0.00	8.64	0.00
DOTACIONAL	0.00	0.00	0.00	8.64	0.00
INDUSTRIAL	0.00	0.00	0.00	8.64	0.00
	0	0	0.00	8.64	0.00
<b>TOTAL T.D.I.</b>			<b>0.00</b>		<b>0.00</b>

ZONAS VERDES	Superf. de riego [ha]	Dotación [m3/ha/día]	Qm [m3/día]
Para Sr ≤ 3 Ha	Público	0.06	18
	Privado	0.00	18
Para Sr > 3 Ha		1.25	Otras fuentes
Nota 1: Dotación máxima diaria: 18 m3/ha			
Nota 2: Dotación máxima anual: 1,500 m3/ha			
<b>TOTAL ZV.</b>			<b>1.06</b>

Demanda total [m3/día]	32.8607
Caudal medio [l/sg]	0.38
Caudal punta [l/sg]	1.14

Tabla 1. Resumen de dotaciones para el APD-16 de Griñón (Madrid).

VERTIDOS				
	Nº Viv. [nº]	Habitantes eq.	Dotación [m3/viv/día]	Qm [m3/día]
RESIDENCIAL	26	109	1.200	31.20
<b>TOTAL RESID.</b>	<b>26</b>	<b>109</b>		<b>31.20</b>
TERCIARIO, DOTACIONAL E INDUSTRIAL				
	Superf. edif. [m2]	Habitantes eq.	Dotación [l/m2/día]	Qm [m3/día]
TERCIARIO	0.00	0	8.64	0.00
DOTACIONAL	0.00	0	8.64	0.00
INDUSTRIAL	0.00	0	8.64	0.00
<b>TOTAL T.D.I.</b>	<b>0.00</b>	<b>0</b>		<b>0.00</b>
Caudal medio [m3/día]				31.20
Caudal medio [m3/h]				1.300
Caudal medio [m3/sg]				0.0004
Caudal medio [l/sg]				0.361
Caudal punta [m3/día]				93.60
Caudal punta [m3/h]				3.900
Caudal punta [m3/sg]				0.0011
Caudal punta [l/sg]				1.08
5°Qm [l/s]				2
10°Qm [l/s]				4
Habitantes equivalentes				109

Tabla 2. Resumen de vertidos para el APD-16 de Griñón (Madrid)

APROBADO PROVISIONALMENTE  
POR PLENO 07.08.08  
LA SECRETARIA



APROBADO  
FINALMENTE  
POR PLENO 27.03 2007  
LA SECRETARIA.



### 3.- DIMENSIONAMIENTO DE LA RED DE SANEAMIENTO

Para el dimensionamiento de la red de saneamiento de aguas negras se ha confeccionado un listado con el suficiente detalle donde se incorpora no sólo el cálculo de las aportaciones y los caudales, sino también el cálculo y comprobación hidráulica de los tubos.

La comprobación hidráulica de las conducciones ha sido efectuada por la fórmula de Manning por lo cual el valor del coeficiente "n" adoptado, poniéndonos del lado de la seguridad, es de 0,009 para tubería de PVC.

La fórmula empleada para el dimensionado y comprobación hidráulica de los tubos, se basa en la fórmula de Manning que establece:

$$Q = V \times S$$

donde la velocidad viene expresada por:

$$V = 1/n \cdot Rh^{2/3} \cdot J^{1/2}$$

siendo:

Rh : S / Pm, radio hidráulico.

S: sección del tubo

Pm: perímetro mojado

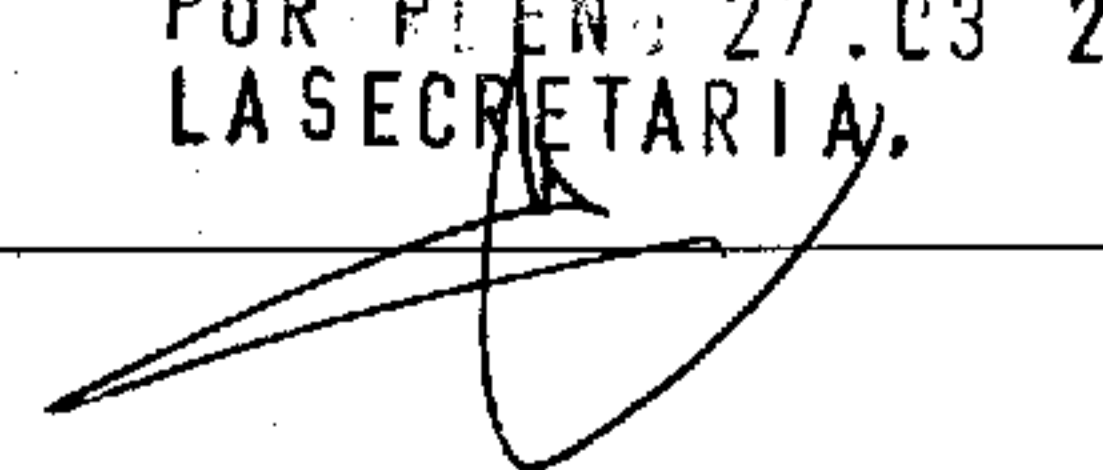
APROBADO PROVISIONALMENTE  
POR PLENIO 07.08.08  
LA SECRETARIA



El diseño se efectúa de tal modo que la velocidad de circulación del flujo, a caudal de cálculo, no exceda de 5,0 m/seg ni sea menor de 0,50 m/seg.

Se supone una pendiente media mínima del 0,5 % con el fin de posicionarnos del lado de la seguridad en el predimensionamiento del colector de fecales.

APROBADO  
INICIALMENTE  
POR PLENIO 27.03 2007  
LA SECRETARIA.



A partir de los cálculos realizados se puede comprobar que el caudal de aguas residuales que es necesario evacuar del APD-16, una vez realizada la ordenación, es de 0,00108 m<sup>3</sup>/s, requiriéndose por tanto un tubo de diámetro 30 centímetros (diámetro mínimo a instalar en red de saneamiento) para la evacuación de dicho caudal. A continuación se presenta la tabla de resultados:

Hoja de Cálculo para Tuberías de Saneamiento. Red SEPARATIVA. Alcantarillado.

Denominación : **Estudio Hidrológico APD16 T.M. GRINÓN**  
**COLECTOR RESIDUALES**

\* Coefic. rugos. de Manning : n = 0.013      \* Coeficiente mayoración punta: 3.0      \* Coeficiente unidades: 86400  
\* Talud de excavación (H/V) : z = 0.1      \* Espesor paquete de firme(v. pr): 0.58

Tramo de conducc.	Desde pozo	Hasta pozo	Long. tramo (m)	Acometida		Parcela o superficie a drenar	Dotación	nº viv. ó m2	Caudales		Pend. tramo (‰)	Díam. neces. Dnec (m)	Díam. comer. D (m)	Veloc. lleno V (m/seg)	Caud. lleno (m3/seg)	
				O.F.	Cota de llegada (en solera) (m)				entrada Qe (m3/seg)	acomet. Qac (m3/seg)						acumul. Q (m3/seg)
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
<b>COLECTOR FECALES</b>																
									0.0011		0.00108333	0.50	0.063	0.300	0.967	0.068

Tabla 7. Dimensionamiento para el colector de recogida de aguas fecales generadas en el APD-16.

APROBADO PROVISIONALMENTE  
POR PLENO 07.08.08  
LA SECRETARIA

APROBADO  
INICIALMENTE  
POR PLENO 27.03.2007  
LA SECRETARIA.

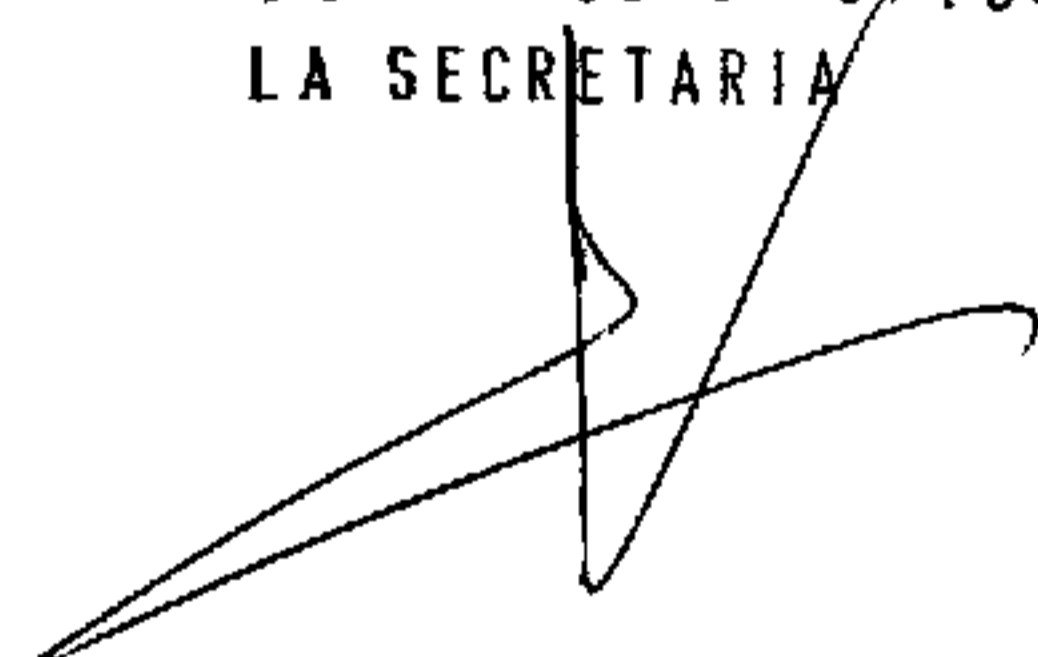
ATP Ingenieros Consultores, S.A.

BD

## ANEXO III

### CÁLCULO DE AGUAS PLUVIALES

APROBADO PROVISIONALMENTE  
POR PLENO 07.08.08  
LA SECRETARIA



APROBADO  
INICIALMENTE  
POR PLEN 27.03.2007  
LA SECRETARIA.



**ANEXO III**

**CÁLCULO AGUAS PLUVIALES**

**INDICE**

<b>1.- CÁLCULO HIDRÁULICO DE CAUDALES PLUVIALES .....</b>	<b>1</b>
1.1.- PRECIPITACIÓN.....	2
1.2.- TIEMPO DE CONCENTRACIÓN.....	3
1.3.- INTENSIDAD DE PRECIPITACION.....	4
1.4.- COEFICIENTE DE ESCORRENTÍA.....	5
1.4- CAUDAL.....	7
<b>2.- DIMENSIONAMIENTO HIDRÁULICO DE CONDUCTOS .....</b>	<b>13</b>

APROBADO PROVISIONALMENTE  
POR PLENO 07.08.08  
LA SECRETARIA



APROBADO  
INICIALMENTE  
POR PLENO, 27.03 2007  
LA SECRETARIA.



ANEXO III

CÁLCULO DE AGUAS PLUVIALES

**1.- CÁLCULO HIDRÁULICO DE CAUDALES PLUVIALES**

El cálculo de caudales a desaguar se realizará de acuerdo con la instrucción 5.2-I.C. "Drenaje superficial" del MOPTMA; para ello, previamente se obtendrán los siguientes datos:

a) Definición geométrica de la cuenca total y de las subcuencas que la conforman:

- Superficie.
- Máxima distancia recorrida.
- Altimetría.
- Planos de red viaria.
- Datos urbanísticos con la Ordenación y usos del suelo.

APROBADO PROVISIONALMENTE  
POR PLENIO 07.08.08  
LA SECRETARIA

b) Análisis morfológico de la cuenca:

- Tipo de terrenos o superficies.
- Coeficientes de escorrentía.

En el caso que nos ocupa la situación de cuencas a estudiar se corresponde a una única cuenca drenante que incluye los terrenos del APD-16 en su interior. A su vez, dentro de esta cuenca se incluyen terrenos correspondientes al SAU-2, al oeste del APD-16.

La cuenca limita al Este con la Vereda Toledana (que divide la zona urbanísticamente desarrollada de la que no lo está) y al Oeste con la carretera M-404 que actúa como barrera al paso del agua proveniente de los terrenos situados al oeste de ésta.

Esta cuenca forma parte de otra de ámbito superior correspondiente al Arroyo de las Arroyadas, cuenca que al mismo tiempo resulta ser una subcuenca de la del arroyo de Las Peñuelas.

En el Plano n°3 del Anexo V se refleja gráficamente la cuenca considerada.

El estudio hidrológico detallado de la mencionada cuenca así como sus modificaciones tras desarrollar el APD-16 se analizan ampliamente en el Anexo IV a este Estudio Hidrológico.

En el Anexo que ahora nos ocupa, se plantea un análisis hidrológico somero, apoyándonos en los resultados del Anexo IV, con el objetivo de obtener los caudales de cálculo necesarios que permitan

predimensionar la red de drenaje de aguas pluviales del APD-16. Este predimensionamiento se aborda también en el presente Anexo.

La metodología a seguir para la obtención del caudal de cálculo necesario para realizar el predimensionamiento de la red de aguas pluviales es el siguiente:

- Determinación cuenca drenante que aporta sus aguas a la red:  
Se ha descrito anteriormente la cuenca a estudio. Esta cuenca abarca una área de terreno que incluye en su interior los terrenos que forman el APD-16. Hay que notar que una vez el APD-16 urbanizado y puesto que se prevé que este desarrollo sea anterior al del SAU-2 la red de drenaje del APD-16 deberá desaguar tanto las aguas de escorrentía que se generen por la lluvia sobre el APD-16 como las aportaciones de agua de lluvia de los terrenos colindantes.
- Determinación del caudal de aguas pluviales, para el periodo de retorno de dimensionamiento de la red, directamente asociado al desarrollo urbanístico del APD-16 (Situación Futura y cuenca coincidente con APD-16).
- Determinación del caudal de aguas pluviales, para el periodo de retorno de dimensionamiento de la red, que aportan las cuencas de aguas arriba del APD-16 y que la red de pluviales también debe desaguar.
- Dimensionamiento (en nuestro caso predimensionamiento) de las infraestructuras que constituyen la red de aguas pluviales.

APROBADO PROVISIONALMENTE  
POR PIEN 07.08.08  
LA SECRETARIA

### 1.1.- PRECIPITACIÓN.

Para el cálculo de las precipitaciones máximas diarias correspondiente a diferentes periodos de retorno, se ha partido del valor de su media y de su coeficiente de variación, asumiéndose una distribución SQRT-ET máx, en la cual se han estimado los cuantiles para distintos periodos de retorno mediante el uso de la aplicación informática MAXPLU, versión 1.0, "Máximas Lluvias Diarias en la España Peninsular", de la Dirección General de Carreteras del Ministerio de Fomento.

Así, en función del período de retorno considerado, se han obtenido mediante el Método de las Máximas Lluvias Diarias en la España Peninsular, las siguientes precipitaciones máximas previsibles en un día, se ha tomado un punto interior del APD-16 cuyas coordenadas UTM están indicadas en la tabla que a continuación se presenta:

APROBADO  
INICIALMENTE  
POR PIEN 27.03 2007  
LA SECRETARIA.

CUENCA Nº	Area (km <sup>2</sup> )	Precipitación Pd en mm para período de retorno (años)							
		3	5	10	15	25	50	100	500
1	0.037	37.00	42.00	50.00	54.00	59.00	68.00	75.00	96.00

Tabla 1- Valores de la precipitación máxima previsible en la cuenca de estudio en función del periodo de retorno

Las redes de saneamiento de aguas pluviales se han calculado para un período de retorno de 15 años.

### 1.2.- TIEMPO DE CONCENTRACIÓN

El tiempo de concentración es el necesario para que llegue a la alcantarilla el máximo caudal de la cuenca considerada, es decir la precipitación caída en los lugares más alejados de la misma. Se obtiene de la fórmula:

Fórmula 4

$$T_c = 0.3 \left[ \frac{L}{J^{0.25}} \right]^{0.76}$$

Siendo:

- T (hs): tiempo de concentración
- L (km): la longitud del cauce principal
- J (m/m): su pendiente media

APROBADO PROVISIONALMENTE  
POR PLENO 07.08.08  
LA SECRETARIA

Para la *Situación Actual*, los tiempos de concentración obtenidos a partir del análisis de la cuenca considerada y las características de ésta son:

Cuenca	Cotas (m)		Desnivel AH (m)	Area (km <sup>2</sup> )	Longitud (km)	Pendiente (m/m)	Tc (h)	Tc adoptado	constante f(Tc)
	Máx	Mín							
1	679.80	673.80	6.000	0.037	0.340	0.018	0.285	0.285	1.30

Tabla 2. Características físicas de la cuenca de estudio y tiempo de concentración en la Situación Actual.

En el caso correspondiente a la *Situación Futura* del área del APD-16 que se va a urbanizar se adopta un valor de tiempo de concentración de 10 minutos, por tratarse de cuencas muy pequeñas dado el grado de parcelación y ejecución de viales en la urbanización.

APROBADO  
PROVISIONALMENTE  
POR PLENO 27.03.2007  
LA SECRETARIA

**1.3.- INTENSIDAD DE PRECIPITACION.**

Este parámetro viene definido según la fórmula:

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

donde,

Id (mm/h): Intensidad media diaria de precipitación, correspondiente al período de retorno considerado. Es igual a Pd/24.

Pd (mm): Precipitación total diaria correspondiente a dicho período de retorno.

I1 (mm/h): intensidad horaria de precipitación correspondiente a dicho período de retorno. El valor de la razón I1/Id se toma de dicha Instrucción, y su valor es: I1/Id= 9,8.

t(h): Tiempo de concentración (tc).

APROBADO PROVISIONALMENTE  
POR PLENIO 07.08.08  
LA SECRETARIA

Por lo tanto, se obtiene:

CUENCA	Área (km <sup>2</sup> )	I <sub>1</sub> /I <sub>d</sub>	Intensidades de lluvia de cálculo (mm/h) para período de retorno (años)							
			3	5	10	15	25	50	100	500
1	0.037	9.8	29.87	33.91	40.37	43.60	47.63	54.90	60.55	77.50

Tabla 2- Valores de Intensidad de precipitación generados dentro de la cuenca considerada en Situación Actual.

Considerando para la situación futura un tiempo de concentración de 10 minutos se tiene:

CUENCA	Área (km <sup>2</sup> )	I <sub>1</sub> /I <sub>d</sub>	Intensidades de lluvia de cálculo (mm/h) para período de retorno (años)							
			3	5	10	15	25	50	100	500
APD-16	0.0095	9.8	38.94	44.20	52.62	56.83	62.09	71.56	78.93	101.03

Tabla 2- Valores de Intensidad de precipitación generados dentro del APD-16 en Situación Futura

APROBADO  
INICIALMENTE  
POR PLENIO 27.03 2007  
LA SECRETARIA,

#### 1.4.- COEFICIENTE DE ESCORRENTÍA

De acuerdo con el análisis hidrológico detallado que se incluye en el Anexo IV a este Estudio Hidrológico se presentan a continuación los valores de los umbrales de escorrentía considerados y los coeficientes de escorrentía obtenidos para la totalidad de la cuenca de estudio en la Situación Actual.

Se han obtenido asimismo los coeficientes de escorrentía para una cuenca con límites coincidentes con los del APD-16, considerando este completamente desarrollado (Situación Futura).

APROBADO PROVISIONALMENTE  
POR PLENO 07.08.08  
LA SECRETARIA

APROBADO  
FINALMENTE  
POR PLENO 27.03.2007  
LA SECRETARIA.

CUENCA	AREA TOTAL km <sup>2</sup>	PEND TOTAL CUENCA m/m	CLASIFICACIÓN SUELO Instrucción 5.2. I.C.	INFILTRACIÓN BÁSICA (mm)												Po Total (mm)	Factor kp	Po Final (mm)	
				IMPRODUCTIVO		PRADERAS		ROTACIÓN DE CULTIVOS		CULTIVOS LEÑOSOS		CONÍFERAS		FRONDOSAS					
				t.p.u.	Po (mm)	t.p.u.	Po (mm)	t.p.u.	Po (mm)	t.p.u.	Po (mm)	t.p.u.	Po (mm)	t.p.u.	Po (mm)				
1	0.037	< 3 % ≥ 3 %	A  t.p.u.	0.250	35.00	0.750	25.00	0.000	25.00	0.000	0.000	19.00	0.000	34.00	0.000	47.00	27.50	2.4	66.00
				0.000	0.00	0.000	0.00	0.000	0.00	0.000	0.000	0.00	0.000	0.00	0.000	0.00	0.00		

Tabla 3. Umbral de escorrentia de las cuencas minoradas. Situación Actual.

Una vez obtenido el umbral de escorrentia se obtienen los siguientes valores del coeficiente de escorrentia según el periodo de retorno considerado, para la Situación

Actual:

CUENCA	Area (km <sup>2</sup> )	Coeficiente de escorrentia para periodo de retorno (años)				
		3	5	10	25	50
1	0.037	0.0005	0.0005	0.0005	0.0005	0.0005
		0.0005	0.0005	0.0005	0.0005	0.0005

Los datos de las casillas señaladas con la trama, corresponden a aquellos resultados de coeficiente de escorrentia 0, según la fórmula empleada en el método RACIONAL por la DIRECCION GENERAL DE CARRETERAS DE ESPAÑA, cuyo valor se ha sustituido por 0.0005, por considerar que se ajusta más a la realidad alejándose de dicho plano teórico.

APROBADO  
INICIALMENTE  
POR PLENARIO 27.03 2007  
LA SECRETARIA.

Tabla 4. Coeficiente de escorrentia en la cuenca considerada. Situación Actual.

A tenor de la experiencia en pequeñas cuencas urbanas, para la Situación Futura, se ha decidido fijar el valor del coeficiente de escorrentía de manera independiente del periodo de retorno que se considere en el caso de superficies de parcelas, zonas verdes y tejados. Para el caso de las superficies pavimentadas se ha obtenido el coeficiente de escorrentía en función del periodo de retorno de la misma manera que se obtuvo para la Situación Actual, fijando en este caso un valor del umbral de escorrentía de 1 mm. y un coeficiente  $k_p$  de 2,4.

La siguiente tabla resume los valores considerados:

USO	COEFICIENTE DE ESCORRENTIA		
	T=5	T=15	T=500
VIARIO	0.86	0.9	0.96
PARCELAS	0.5	0.5	0.5
TEJADOS	0.8	0.8	0.8
ZV	0.15	0.15	0.15

Tabla 5. Coeficiente de escorrentía en el APD-16 en función del periodo de retorno considerado. Situación Futura

#### 1.4- CAUDAL

Según la Instrucción citada anteriormente, el valor del caudal viene determinado por la fórmula:

$$Q = \frac{C \cdot I \cdot A}{3,6} \cdot K$$

siendo:

- C: Coeficiente medio de escorrentía de la cuenca o superficie drenada
- A: Área de la cuenca en Ha
- I: Intensidad media de precipitación para un período de retorno "t" y un intervalo igual al tiempo de concentración.
- K: coeficiente de uniformidad de la cuenca que es función del tiempo de concentración  $T_c$  (el cual se define en la Fórmula 2). Este coeficiente tiene en cuenta que la lluvia no se distribuye de manera uniforme a lo largo de la duración del episodio de lluvia, se ha considerado que sólo varía en función del tiempo de concentración, adoptándose para su estimación la expresión propuesta por Témez (1991)

Fórmula 5

$$K = 1 + \frac{Tc^{1,25}}{Tc^{1,25} + 14}$$

Como se puede observar, en el caso de cuencas con un tiempo de concentración muy pequeño este coeficiente está muy próximo a la unidad, con lo que se puede considerar que la intensidad de lluvia neta es constante a lo largo del tiempo de concentración.

Como se ha comentado en apartados anteriores, el objetivo de este Anexo es obtener los caudales que nos permitan dimensionar los colectores de la red de aguas pluviales del APD-16.

Estos caudales se componen de los caudales de escorrentía provocados por el agua de lluvia caída directamente dentro del APD-16 estando éste completamente desarrollado urbanísticamente (caudales sobre APD-16 en Situación Futura) y los caudales que aportan las cuencas situadas aguas arriba del ámbito.

Para obtener estos últimos caudales se debería analizar la cuenca resultante de quitarle a la cuenca que hemos analizado para la situación Actual (cuenca 1) los terrenos del APD-16. Del estudio hidrológico de dicha cuenca se obtendrían los caudales buscados siguiendo la metodología habitual (determinación mediante el Método Racional).

Estos caudales han sido obtenidos en el Anexo IV de forma distinta a la indicada. El cálculo realizado se basa en suponer que los caudales aportados por cada una de las dos subcuencas (cuenca aguas arriba del APD-16 y cuenca de límites coincidentes con los del APD-16) que constituyen la cuenca 1 o cuenca "completa", son proporcionales al área de estas subcuencas. Así, puesto que se ha obtenido el caudal de lluvia para distintos periodos de retorno en Situación Actual para la Cuenca 1, podemos diferenciar de éste la parte debida a la aportación de la cuenca aguas arriba del APD-16 y la aportación de una cuenca coincidente con el APD-16 en Situación Actual.

Para la situación futura los caudales recogidos dentro del APD-16 difieren completamente de los obtenidos en Situación Actual. No ocurre lo mismo con la cuenca de aguas arriba puesto que esta no se habrá visto afectada por ningún desarrollo urbanístico, siendo sus caudales los mismos que en Situación Actual.

A continuación se muestran los caudales de cálculo para una y otra cuenca de aportación (cuenca coincidente con límites de APD-16 en Situación Futura y cuenca aguas arriba de la anterior en esta misma situación – que es coincidente con la Situación Actual).

Para el APD-16, el caudal de cálculo en la Situación Futura será:

APROBADO PROVISIONALMENTE  
POR [Firma] 08.08  
LA SECRETARIA

ATP Ingenieros Consultores, S.A.

APROBADO  
INICIALMENTE  
POR PLEN 27.03 2007  
LA SECRETARIA,

- Para un período de retorno de 5 años:

$$Q_5 = 12,37xCxA$$

- Para un período de retorno de 15 años:

$$Q_{15} = 15,91xCxA$$

- Para un período de retorno de 500 años:

$$Q_{500} = 28,28xCxA$$

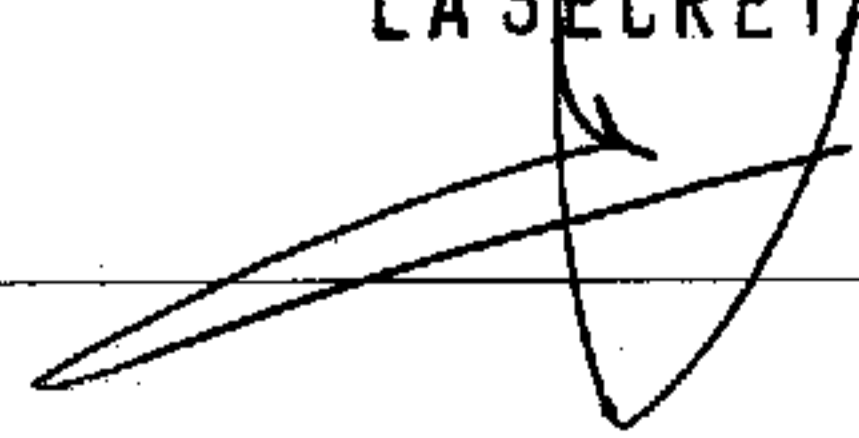
A cada tipo de superficie considerada se le aplicará el coeficiente de escorrentía correspondiente, con valores del área A en km<sup>2</sup> y valores del caudal Q en m<sup>3</sup>/seg.

A continuación se recogen los resultados de los caudales resultantes del análisis anterior en tres cuadros correspondientes a los períodos de retorno considerados T = 5, 15 y 500 años.

APROBADO PROVISIONALMENTE  
POR PLENIO 07.08.08  
LA SECRETARIA



APROBADO  
INICIALMENTE  
POR PLENIO 27.03.2007  
LA SECRETARIA.



Hoja de Cálculo para Tuberías de Saneamiento. Red Separativa. Alcantarillado.

Denominación :

Estudio Hidrológico APD16 T.M. GRINÓN  
COLECTORES PLUVIALES - SIT. FUTURA

\* Coefic. rugos. de Manning : n = 0.013

12.3700

\* Caudal pluvial : Q = A\*C\*  
\* Espesor paquete de firme :

0.10

Periodo de retorno T (Años)	Desde pozo	Hasta pozo	Area total (Ha)	Acometida		Parcela o superficie a drenar	Area A (km2)	Coef. de Escorr. C	Caudales		
				O.F.	Cota de llegada (en solera) (m)				entrada Qe (m3/seg)	acomet. Qac (m3/seg)	acumul. Q (m3/seg)
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
5	Evacuación de parcela		0.9518	dotacional		Serv. Urb	0.0008	0.50	0.0049	0.0049	0.0049
				parcelas		parcelas	0.0052	0.80	0.0516	0.0516	0.0565
				terciario		comercial	0.0000	0.50	0.0000	0.0000	0.0565
				industrial		industrial	0.0000	0.50	0.0000	0.0000	0.0565
				zonas verdes		jardines	0.0006	0.15	0.0011	0.0011	0.0576
				calzadas		viales	0.0029	0.86	0.0311	0.0311	0.0887

Tabla 4. Caudales generados en el APD-16, para 5 años de periodo de retorno, en la Situación Futura.

APROBADO INICIALMENTE POR PLEN; 27.03 2007 LA SECRETARIA.

APROBADO PROVISIONALMENTE POR PLEN; 07.08.08 LA SECRETARIA

Hoja de Cálculo para Tuberías de Saneamiento. Red Separativa. Alcantarillado.

Denominación : **Estudio Hidrológico APD16 T.M. GRINÓN COLECTORES PLUVIALES - SIT. FUTURA**

\* Coefic. rugos. de Manning : n = 0.013 \* Caudal pluvial : Q = A\*C\* 15.9100  
 \* Talud de excavación (H/V) : z = 0.10 \* Espesor paquete de firme :

Periodo de retorno T (Años)	Desde pozo 2	Hasta pozo 3	Area total (Ha) 4	Acometida		Parcela o superficie a drenar 7	Area A (km2) 8	Coef. de Escorr. C 9	Caudales			
				O.F.	Cota de llegada (en solera) (m) 6				entrada Qe (m3/seg) 10	acomet. Qac (m3/seg) 11	acumul. Q (m3/seg) 12	
1				5	6							
15				dotacional parcelas		Serv. Urb parcelas	0.0008	0.50	0.0063	0.0063	0.0063	0.0063
				terciario industrial		comercial industrial	0.0052	0.80	0.0664	0.0664	0.0664	0.0726
				zonas verdes calzadas		viales	0.0000	0.50	0.0000	0.0000	0.0000	0.0726
							0.0000	0.50	0.0000	0.0000	0.0000	0.0726
							0.0006	0.15	0.0014	0.0014	0.0014	0.0740
	Evacuación de parcela		0.9518				0.0029	0.90	0.0419	0.0419		0.1159

Tabla 5. Caudales generados en el APD-16, para 15 años de periodo de retorno, en la Situación Futura.

APROBADO PROVISIONALMENTE  
 POR FIEND 07.08.08  
 LA SECRETARIA

APROBADO INICIALMENTE  
 POR PIEN 27.03 2008  
 LA SECRETARIA.

ATP Ingenieros Consultores, S.A.

BD

Hoja de Cálculo para Tuberías de Saneamiento. Red Separativa. Alcantarillado.

Denominación : **Estudio Hidrológico APD16 T.M. GRINÓN  
COLECTORES PLUVIALES - SIT. FUTURA**

\* Coefic. rugos. de Manning : n = 0.013 \* Caudal pluvial : Q = A\*C\* 28.2800  
\* Talud de excavación (H/V) : z = 0.10 \* Espesor paquete de firme :

Periodo de retorno T (Años)	Desde pozo 2	Hasta pozo 3	Area total (Ha) 4	Acometida		Parcela o superficie a drenar 7	Area A (km2) 8	Coef. de Escorr. C 9	Caudales		acumul. Q (m3/seg) 12
				O.F. 5	Cota de llegada (en solera) (m) 6				entrada Qe (m3/seg) 10	acomet. Qac (m3/seg) 11	
1											
500				dotacional	Serv. Urb		0.00079	0.50	0.0111		0.0111
				parcelas	parcelas		0.00521	0.80	0.1180		0.1291
				terciario	comercial		0.00000	0.50	0.0000		0.1291
				industrial	industrial		0.00000	0.50	0.0000		0.1291
				zonas verdes	jardines		0.00059	0.15	0.0025		0.1316
				calzadas	viales		0.00293	0.96	0.0795		0.2111
Evacuación de parcela			0.9518								

Tabla 6. Caudales generados en el APD-16, para 500 años de periodo de retorno, en la Situación Futura.

APROBADO PROVISIONALMENTE  
POR PLEN 07.08.08  
LA SECRETARIA

APROBADO INICIALMENTE  
POR PLEN 27.03.2007  
LA SECRETARIA.

Los caudales de cálculo obtenidos para la cuenca de aguas arriba, formada por los terrenos del SAU-2 incluidos dentro de la cuenca 1, son:

CUENCA	Área	Caudales de cálculo (m <sup>3</sup> /s) para período de retorno (años)							
		3	5	10	15	25	50	100	500
1 - APD16	0.027	0.000115	0.000131	0.000156	0.000168	0.000184	0.002133	0.010449	0.042893

Tabla 7. Caudales de aportación terrenos aguas arriba del APD-16. Situación Actual y Futura.

Así, para los periodos de retorno de 5, 15 y 500 años, los caudales de dimensionamiento de la red de aguas pluviales son:

CUENCA	Q (m <sup>3</sup> /s) según Tr		
	5 años	15 años	500 años
APD-16	0.0887	0.116	0.211
A. Arriba	0.000115	0.000168	0.04283
<b>Cuenca 1</b>	<b>0.0887</b>	<b>0.116</b>	<b>0.254</b>

Tabla 8. Caudales de cálculo red aguas pluviales

## 2.- DIMENSIONAMIENTO HIDRÁULICO DE CONDUCTOS

Para la determinación de la capacidad de desagüe de la red de pluviales se utilizará la fórmula de Manning – Strickler:

$$Q = \frac{1}{n} \cdot S \cdot R^{2/3} \cdot J^{1/2}$$

$$V = Q \cdot S$$

Siendo:

- Q: Capacidad de desagüe (caudal) en m<sup>3</sup>/s
- S: Área de la sección mojada, en m<sup>2</sup>
- R: Radio hidráulico, en m.
- J: Pendiente, en m/m.
- V: Velocidad media, en m/s.

APROBADO PROVISIONALMENTE  
POR PLENO 07.08.08  
LA SECRETARÍA

Los datos que se consideran para el cálculo de la tubería son los siguientes:

- Tubería de hormigón, n de Manning = 0,013
- Pendiente de la tubería en tanto por uno (m/m).

A continuación se adjunta un predimensionado del conducto necesario para la evacuación de caudales.

La red se predimensiona para un periodo de retorno de 15 años.

APROBADO  
INICIALMENTE  
POR PLENO 27.03.2007  
LA SECRETARÍA.

Denominación : **Estudio Hidrológico APD16 T.M. GRINON**  
**COLECTOR PLUVIALES**

\* Coefic. rugos. de Manning :  $n =$  0.013      \* Coeficiente mayoración punta: 3.0      \* Coeficiente unidades: 86400  
 \* Talud de excavación (H/V) :  $z =$  0.1      \* Espesor paquete de firme(v. sec): 0.55      \* Espesor paquete firme(v. pr): 0.58

Tramo de conducc.	Desde pozo	Hasta pozo	Long. tramo (m)	Acometida		Parcela o superficie a drenar	Dotación	n° viv. 6 m2	Caudales			Diam. neces. Dnec (m)	Diam. comer. D (m)	Veloc. lleno V (m/seg)	Caud. lleno (m3/seg)	
				O.F.	Cota de llegada (en solera) (m)				entrada Qe (m3/seg)	acomet. Qac (m3/seg)	acumul. Q (m3/seg)					Pend. tramo J (%)
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
Caudales generados aguas arriba del APD-16																
Caudales generados dentro de APD-16																
<b>COLECTOR PLUVIALES</b>																
									0.0002		0.0002					
									0.11594362		0.11614362					
											0.11614362		0.366	0.400	1.172	0.147

Tabla 9. Dimensionamiento del colector de pluviales de salida del APD-16

para un periodo de retorno de 15 años.

Se requiere un colector de 400 mm. de diámetro de hormigón para evacuar el caudal total de aguas pluviales generado en el sector y aportado por los terrenos aguas arriba de este para un periodo de retorno de 15 años.

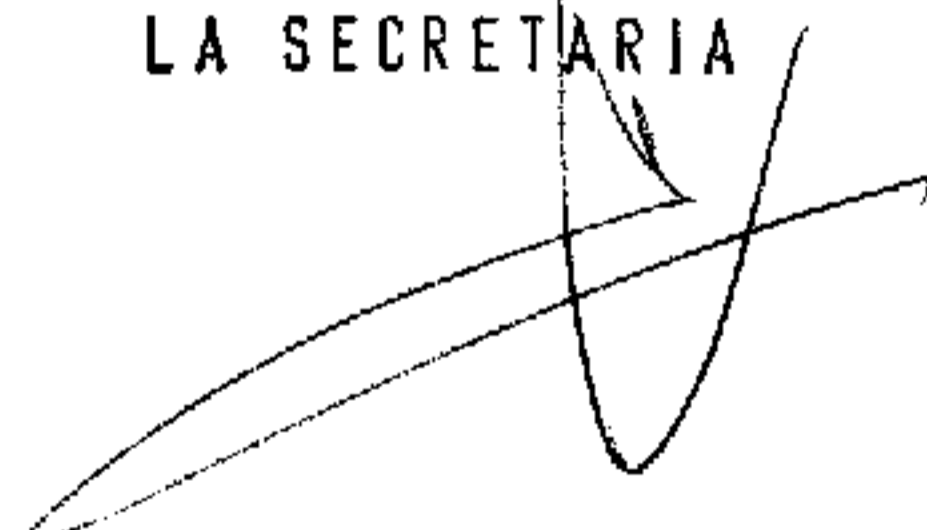
APROBADO INICIALMENTE POR PLEN 27.03 2007 LA SECRETARIA.

APROBADO PROVISIONALMENTE POR PLEN 07.08.08 LA SECRETARIA

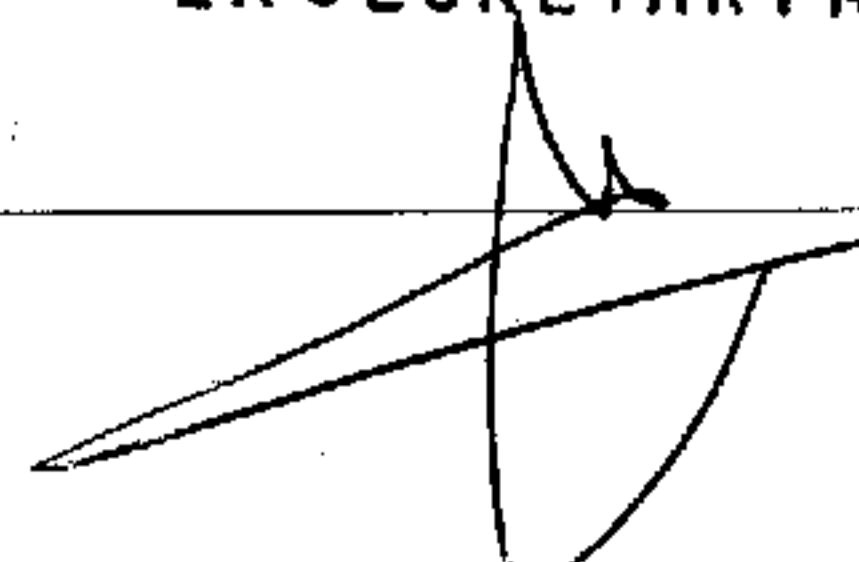
## ANEXO IV

## HIDROLOGÍA

APROBADO PROVISIONALMENTE  
POR PLENO 07.08.08  
LA SECRETARIA



APROBADO  
INICIALMENTE  
POR PLENO 27.03 2007  
LA SECRETARIA,



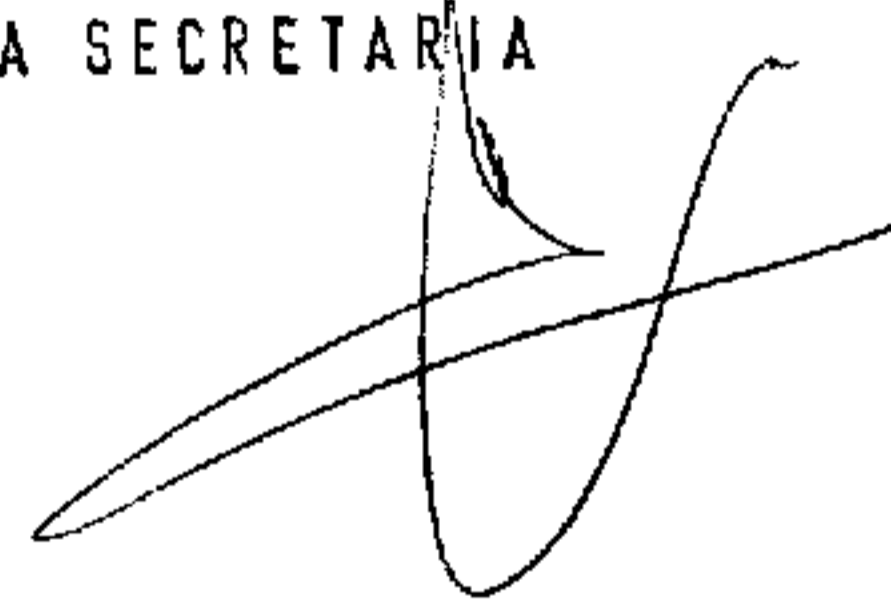
ANEXO IV

HIDROLOGÍA

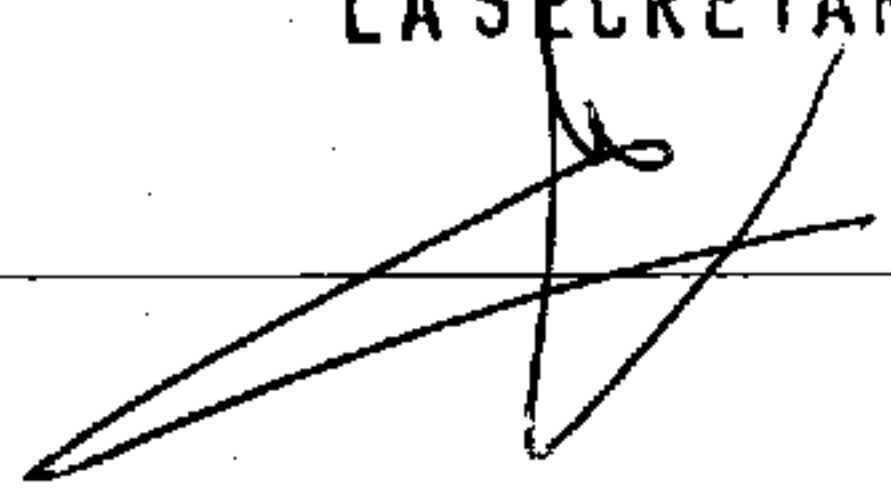
INDICE

1.	INTRODUCCIÓN	1
2.	CÁLCULO DE LA LLUVIA DE PROYECTO	1
3.	CAUDALES DE CÁLCULO EN CUENCAS ADYACENTES	2
3.1.	DELIMITACIÓN DE LAS CUENCAS DRENANTES	2
3.2.	EVALUACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DE LAS CUENCAS	3
3.3.	CÁLCULO DE LAS PRECIPITACIONES MÁXIMAS	4
3.4.-	CÁLCULO DE CAUDALES. MÉTODO RACIONAL MODIFICADO.	5

APROBADO PROVISIONALMENTE  
POR PLENO 07.08.08  
LA SECRETARIA



APROBADO  
INICIALMENTE  
POR PLENO 27.03.2007  
LA SECRETARIA.



**ANEXO IV**  
**HIDROLOGÍA**

**1. INTRODUCCIÓN**

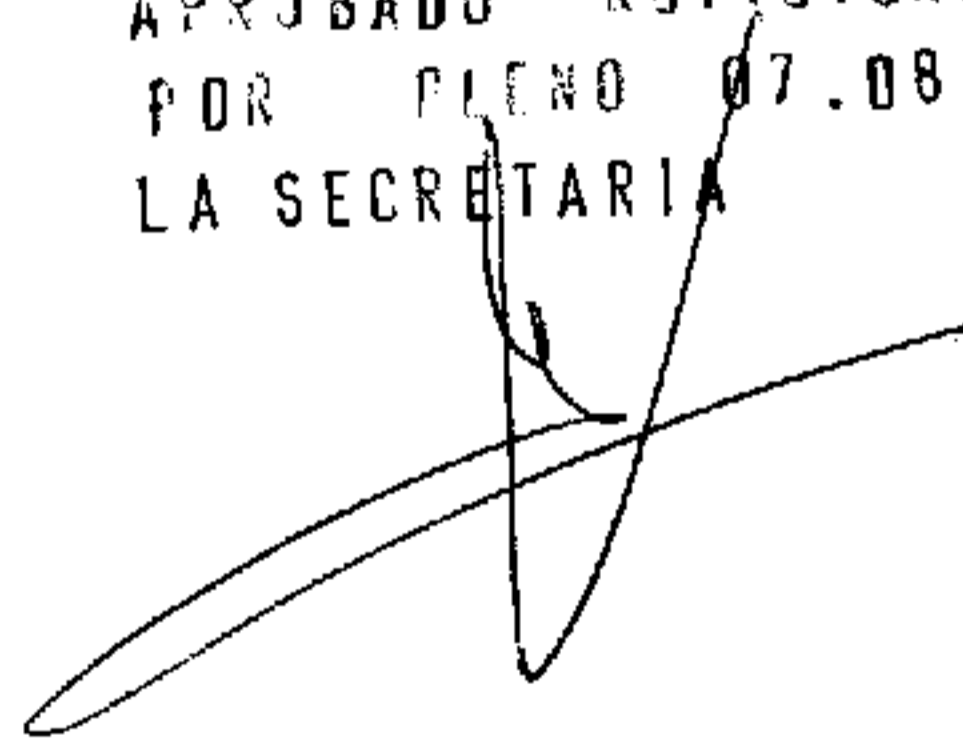
En el presente Anejo se desarrolla el Estudio Hidrológico de las cuencas drenantes sobre los terrenos del APD-16 del Término Municipal de Griñón (Madrid).

El Estudio Hidrológico para los terrenos que nos ocupan, tiene por objeto la definición del régimen de precipitaciones y del resto de características hidrológicas del ámbito geográfico que enmarca la(s) cuenca(s) y subcuenca(s) que afectan a los terrenos del ámbito incluido en este Estudio Hidrológico y su finalidad es la determinación de los caudales generados por ésta(s), que serán desaguados por las obras de drenaje.

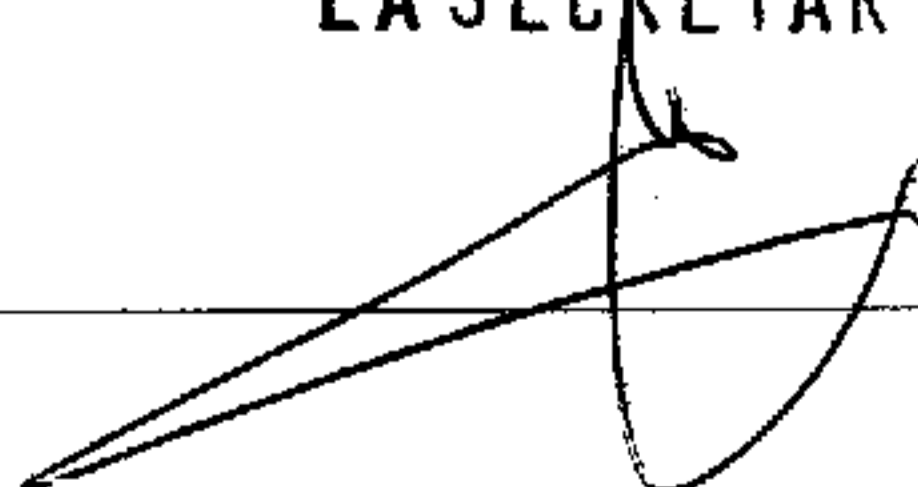
**2. CÁLCULO DE LA LLUVIA DE PROYECTO**

El cálculo de los caudales pluviales se realiza basado en el Método Racional Modificado (J.R.Témez), teniendo en cuenta el método hidrometeorológico para pequeñas cuencas establecido en la "Instrucción 5.2.-IC Drenaje Superficial" editada por la Dirección General de Carreteras del M.O.P.T., el cual se adapta con la precisión adecuada a los cálculos a efectuar, considerando las diversas escorrentías producidas por la nueva configuración de la parcela.

APROBADO PROVISIONALMENTE  
POR PLENO 07.08.08  
LA SECRETARIA



APROBADO  
INICIALMENTE  
POR PLENO 27.03 2007  
LA SECRETARIA.



### 3. CAUDALES DE CÁLCULO EN CUENCAS ADYACENTES

#### 3.1. DELIMITACIÓN DE LAS CUENCAS DRENANTES

El APD-16 se encuentra en la actualidad rodeado casi en su totalidad por terrenos sin desarrollo urbanístico completo. Se trata de un ámbito colindante por el norte, sur y oeste con el SAU-2, pendiente de desarrollarse y, por el límite este con el SAU-4 que se encuentra, en el momento de redacción del presente Estudio Hidrológico, en desarrollo. La siguiente fotografía aérea muestra el estado actual de los terrenos.



Foto 1. Ortofoto. Situación del APD-16.

Como se aprecia, tal y como hemos comentado, las zonas colindantes no están en la actualidad desarrolladas, estando el SAU-4 en ejecución en estos momentos.

Una vez desarrollado el APD-16, puesto que es bastante probable que el SAU-2 esté pendiente aún de su desarrollo, deberá recoger tanto las aguas pluviales caídas directamente sobre sí mismo como las aportaciones de los terrenos del SAU-2 que drenan en dirección al APD-16.

Puesto que el SAU-4 se encuentra en estos momentos en ejecución, se considera en este Estudio Hidrológico que una vez se vaya a ejecutar el APD-16 las infraestructuras de saneamiento correspondientes al SAU-4 se encontrarán completamente ejecutadas y en funcionamiento.

Topográficamente, el APD-16 presenta su punto más elevado en el extremo oeste y su cota más baja en un punto situado en el Este del ámbito, en el límite con el SAU-4, con diferencias de nivel aproximadas de 2,5 m. entre estos dos puntos, definiendo una pendiente de en torno al 1,5 %.

El drenaje natural de la parcela se realiza en sentido Oeste-Este.

La situación de cuencas a estudiar se corresponde a una única cuenca drenante que incluye a los terrenos del APD-16 en su interior. A su vez, dentro de esta cuenca se incluyen terrenos correspondientes al SAU-2, al oeste del APD16. La cuenca limita al Este con la Vereda Toledana (que divide la zona urbanísticamente desarrollada de la que no lo está) y al Oeste con la carretera M-404 que actúa como barrera al paso del agua proveniente de los terrenos situados al oeste de esta.

Esta cuenca forma parte de otra de ámbito superior correspondiente al Arroyo de las Arroyadas, cuenca que al mismo tiempo es una subcuenca de la del arroyo de Las Peñuelas.

No se encuentra cauce alguno de río o arroyo asociado a la parcela, ni tampoco aguas arriba de la misma. El arroyo más próximo se encuentra situado a aproximadamente 1.600 m. al este.

El plano nº 3 del Anexo V que se adjunta en el presente Estudio, se refleja la cuenca considerada.

En los apartados siguientes se obtienen para la cuenca considerada el caudal máximo, para diferentes periodos de retorno, siguiendo el Método mencionado en el apartado 2. de este mismo Anexo.

APROBADO PROVISIONALMENTE  
POR PLENO 07.08.08  
LA SECRETARIA

### 3.2. EVALUACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DE LAS CUENCAS

Una vez identificada la cuenca, cartográficamente, se ha procedido a la determinación de sus parámetros físicos más significativos que servirán para el empleo de métodos de cálculo de caudales de escorrentía en cuenca. Los parámetros físicos definidos y el método seguido para su obtención han sido:

Superficie: por planimetría sobre la cartografía en la que aparezca representada toda la cuenca.

Cota máxima: por identificación sobre la cartografía en la que aparezca la cuenca.

Cota mínima: por identificación sobre la cartografía 1/5.000

Desnivel: diferencia entre cotas máxima y mínima.

Longitud: por medición con curvímetero o con programas de CAD, sobre la cartografía en que aparezca representada toda la cuenca.

Pendiente: cociente entre el desnivel y la longitud.

APROBADO  
INICIALMENTE  
POR PLEN 27.03 2007  
LA SECRETARIA.

Tiempo de concentración: por aplicación de la fórmula recomendada en la Instrucción 5.2-I.C., cuya expresión es:

$$T_c = 0,3 \left( \frac{L}{J^{0,25}} \right)^{0,76}$$

En el caso de pequeñas cuencas urbanas los valores del tiempo de concentración son muy pequeños, por lo que es habitual adoptar valores entre 5 y 10 minutos con lo que nos sitúa del lado de la seguridad.

En función de las características físicas de la cuenca se obtiene, en la Situación Actual, el tiempo de concentración a considerar. En el caso de la Situación Futura se considera un tiempo de concentración de 10 minutos.

Siendo:

- $T_c$  : Tiempo de concentración en horas
- $L$  : Longitud del curso principal en km.
- $J$  : Pendiente del curso principal en m/m.

APROBADO PROVISIONALMENTE  
POR P' EN 07.08.08  
LA SECRETARIA

Estos parámetros, para cada cuenca delimitada, se recogen en los cuadros siguientes:

Cuenca	Cotas (m)		Desnivel AH (m)	Área (km <sup>2</sup> )	Longitud (km)	Pendiente (m/m)	Tc (h)	Tc adoptado	Constante f(Tc)
	Máx	Mín							
1	679.80	673.80	6.000	0.037	0.340	0.018	0.285	0.285	1.30

Tabla 1. Características físicas de la cuenca considerada y tiempo de concentración adoptado. Situación Actual.

### 3.3. CÁLCULO DE LAS PRECIPITACIONES MÁXIMAS

Para el cálculo de las precipitaciones, partimos de la publicación "Máximas Lluvias Diarias en la España Peninsular", de la Dirección General de Carreteras del Ministerio de Fomento, mediante el uso de la aplicación MAXPLU.

En función del período de retorno que se considere, las precipitaciones máximas previsibles en un día son:

APROBADO  
INICIALMENTE  
POR P' EN 27.03 2007  
LA SECRETARIA.

Precipitación Pd [mm/24 h] para cada período de retorno									
Nombre	UTM X	UTM Y	5	10	15	25	50	100	500
CUENCA 1	426750.00	4451490.00	42	50	54	59	68	75	96

Tabla 2. Máximas precipitaciones diarias en función del período de retorno considerado.

### 3.4.- CÁLCULO DE CAUDALES. MÉTODO RACIONAL MODIFICADO.

Para el cálculo de caudales de las distintas cuencas se han seguido los métodos propuestos en la publicación del CEDEX "Recomendaciones para el Cálculo hidrometeorológico de avenidas". Se han calculado los caudales máximos de cada una de las cuencas, considerándolas como unitarias, mediante el método propuesto en dicha publicación.

El cálculo se ha realizado según el método Racional Modificado Mejorado (J. R. Témez). A continuación se incluye una breve descripción del método aplicado:

Este método parte básicamente de las mismas hipótesis que el clásico método racional, pero incluye un factor corrector de uniformidad que contempla el reparto temporal del aguacero, cuya duración total se considera equivalente al tiempo de concentración, tal como establece también la fórmula racional clásica.

La hipótesis de lluvia neta constante que ésta establece, no es real, y en la práctica existen variaciones en su reparto temporal que favorecen el desarrollo de los caudales punta. Esto complica el problema de obtener una fórmula simple para análisis de los caudales punta.

Sin embargo este método, dentro de la duración del tiempo de concentración, la variación de la lluvia neta la refleja globalmente, refiriendo los caudales punta determinados considerando esa variación, a los caudales homólogos calculados con lluvia neta constante. Así, si se denomina K al cociente entre ambos, resulta la ley:

$$Q = \frac{CIA}{3,6} K$$

siendo:

- Q : caudal punta en m<sup>3</sup>/s
- I : máxima intensidad media en el intervalo de tiempo igual al tiempo de concentración en mm/h
- A : superficie de la cuenca en km<sup>2</sup>
- C : coeficiente de escorrentía del intervalo donde se produce I
- K : coeficiente de uniformidad

APROBADO PROVISIONALMENTE  
POR PLENO 07.08.08  
LA SECRETARÍA

APROBADO  
INICIALMENTE  
POR PLENO: 27.03.2007  
LA SECRETARÍA.

El valor de K depende fundamentalmente del tiempo de concentración, aunque puede variar de unos episodios a otros. A efectos prácticos, para su evaluación, este método propone desechar la influencia del resto de variables (torrencialidad, características físicas de la cuenca, etc) y definirlo únicamente en función del tiempo de concentración mediante la expresión:

$$K = 1 + \frac{T_c^{1,25}}{T_c^{1,25} + 14}$$

obtenida mediante comprobaciones empíricas realizadas en diversas estaciones de aforos y de acuerdo con las conclusiones deducidas de los análisis teóricos desarrollados mediante otros métodos hidrometeorológicos.

### Intensidad de lluvia

La intensidad de lluvia I a considerar para el cálculo del caudal según la fórmula propuesta, se refiere a un valor medio a lo largo del intervalo de duración igual al tiempo de concentración. Para su estimación este método propone las mismas fórmulas y curvas de la Instrucción 5.2-I.C., si bien considerando que la precipitación media diaria ha sido corregida en función del factor de reparto areal, ya descrito en el apartado anterior ( $K_A$ ). Las expresiones para su cálculo son:

$$\frac{I_t}{I_d} = \left( \frac{I_1}{I_d} \right)^{\left( \frac{28^{0,1} - t^{0,1}}{28^{0,1} - 1} \right)}$$

APROBADO PROVISIONALMENTE  
POR PLENO 07.08.08  
LA SECRETARIA

siendo:

$I_t$  : intensidad media correspondiente al intervalo de duración t deseado en mm/h

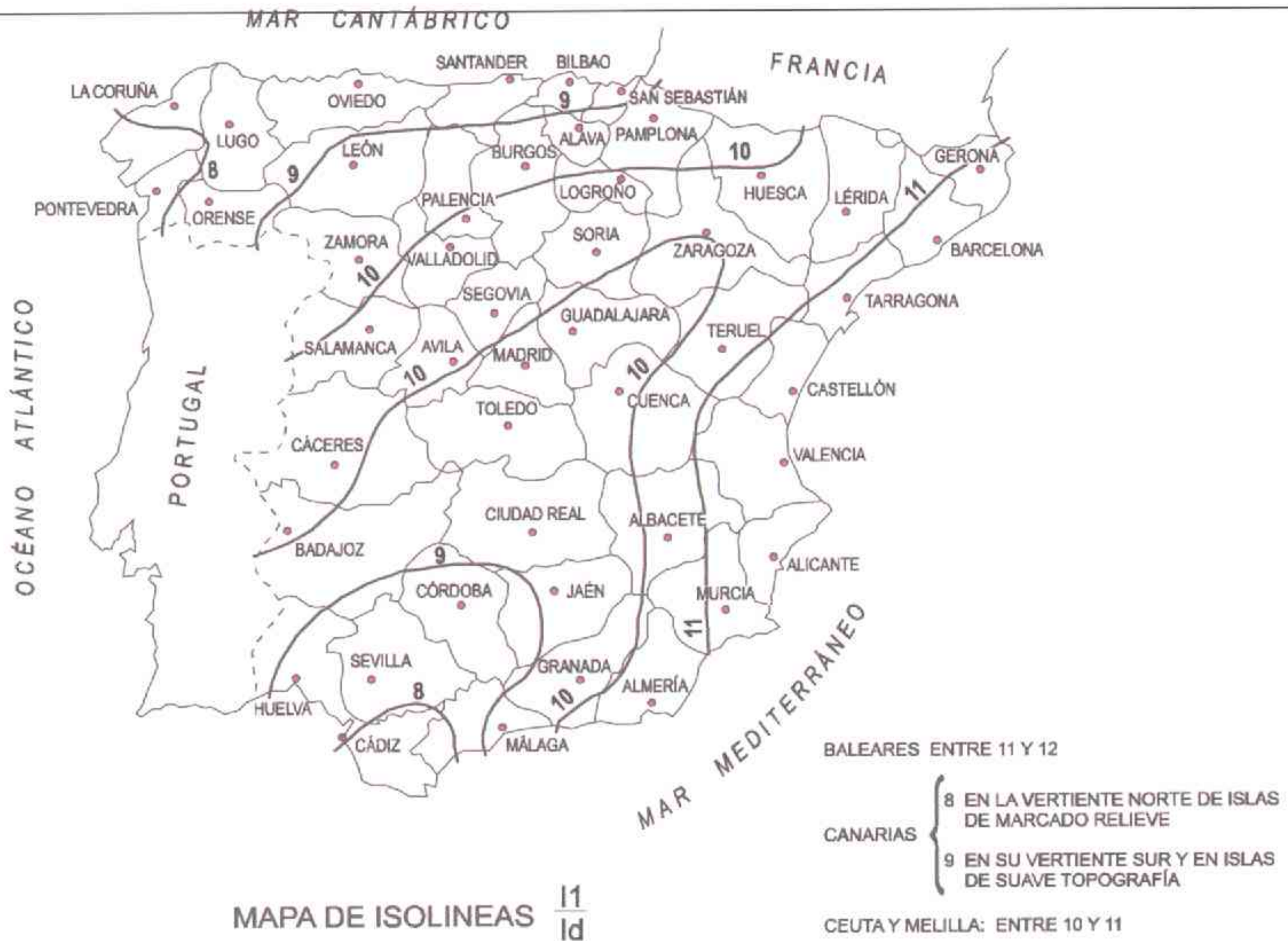
$I_d = \frac{P_d}{24} \times K_A$  : intensidad media diaria correspondiente al período de retorno considerado en mm/h

$P_d$  : precipitación total diaria correspondiente a dicho período de retorno en mm

$\frac{I_1}{I_d}$  : cociente entre la intensidad horaria y la diaria, independiente del período de retorno. Se obtiene del mapa de isolíneas que se adjunta. Corresponde a la figura 2.2 de la Instrucción 5.2-I.C.

t : duración del intervalo al que se refiere  $I_t$  en horas

APROBADO  
INICIALMENTE  
POR PLENO 27.03 2007  
LA SECRETARIA.



Para la zona en estudio:  $\frac{11}{ld} = 9,8$

### Coefficiente de escorrentía

El coeficiente de escorrentía define la porción de la intensidad de lluvia  $I$  que genera escorrentía superficial. La formulación que propone este método coincide con la de la Instrucción 5.2-I.C. y está basada en las relaciones lluvia-escorrentía propuestas por el U.S. Soil Conservation Service (S.C.S. 1972) definidas como:

$$C = \frac{(P_d - P_o)(P_d + 23 \cdot P_o)}{(P_d + 11 \cdot P_o)^2} \quad \text{para } P_d > P_o$$

$$C = 0 \quad \text{para } P_d \geq P_o$$

siendo:

- Po: umbral de escorrentía (mm)
- P: precipitación acumulada (mm)
- E: escorrentía superficial (mm)

La ley toma como punto de partida la ley derivada de aquella otra del U.S. Soil Conservation Service (SCS) que determina la escorrentía E de un aguacero en función de la lluvia P

APROBADO PROVISIONALMENTE  
POR PLENO 07.08.08  
LA SECRETARIA

APROBADO  
INICIALMENTE  
POR PLENO 27.03.2007  
LA SECRETARIA,

$$E = \frac{(P - P_0)^2}{P + 4 \cdot P_0} \quad \text{para } P > P_0$$

$$E = 0 \quad \text{para } P < P_0$$

La única variable de que depende el coeficiente de escorrentía es  $P_a/P_0$  y a través de ella se representa correctamente en la ley la lógica influencia que debe tener la lluvia, de forma que  $C$  crece con el período de retorno, y es tanto mayor cuanto más agresivo es el clima y más abundantes sus aguaceros.

El parámetro  $P_0$  define el umbral de precipitación a partir del cual se inicia la escorrentía, y es función del complejo suelo-vegetación de la cuenca según tablas del SCS. Para una misma cuenca el valor de  $P_0$  varía de unas fechas a otras en función de la humedad inicial del suelo. En los estudios de carácter estadístico y no determinístico, como es el caso de las leyes de frecuencia obtenidas por el Método Racional, el valor del  $P_0$  de la tabla deberá afectarse en cada región de un factor acorde con las condiciones habituales de humedad del suelo en las épocas fuertes de aguaceros. Así, por ejemplo, en la España mediterránea ese factor es del orden de 2, como corresponde a suelo seco, mientras en la zona más húmeda del Norte es próximo a 1.

El contraste empírico en cuencas aforadas ha mostrado que los valores de  $P_0$  a utilizar en el cálculo de caudales no son muy diferentes en las regiones húmedas y secas, lo cual se explica por los efectos contrapuestos que tienen la humedad del suelo y la vegetación. En relación con el de las zonas áridas, el  $P_0$  de las húmedas debería ser menor en razón al contenido de agua en el suelo, pero mayor a causa de la vegetación más abundante. El rango de valores más frecuentes es

$$24 \leq P_0 \leq 35 \text{ mm}$$

El valor del umbral de escorrentía depende de las condiciones de humedad dadas por el complejo suelo-vegetación y de las características de la cuenca en cuanto a: capacidad de infiltración, uso del suelo y actividades agrarias y pendiente del terreno.

La obtención de este parámetro está cuantificada experimentalmente y para su obtención se utilizan los cuadros siguientes, extraídos de la Instrucción de Drenaje en Carreteras:

APROBADO INICIALMENTE  
POR  
LA SECRETARÍA  
08.08

APROBADO  
INICIALMENTE  
POR PLEN. 27.03 2007  
LA SECRETARÍA.

CLASIFICACIÓN DE SUELOS A EFECTOS DEL UMBRAL DE ESCORRENTÍA

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-arcillosa-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

APROBADO PROVISIONALMENTE  
POR PLENO 07.08.08  
LA SECRETARIA

ESTIMACIÓN INICIAL DEL UMBRAL DE ESCORRENTÍA

Uso de la tierra	Pendiente (%)	Características hidrológicas	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

Nota: N: denota cultivo según las curvas de nivel  
R: denota cultivo según la línea de máxima pendiente

APROBADO  
INICIALMENTE  
POR PLENO 27.03 2007  
LA SECRETARIA.

ESTIMACIÓN INICIAL DEL UMBRAL DE ESCORRENTÍA

Uso de la tierra	Pendiente (%)	Características hidrológicas	Grupo de suelo			
			A	B	C	D
Rotación de cultivos pobres	≥ 3	R	26	15	9	6
		N	28	17	11	8
	< 3	R/N	30	19	13	10
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	70	33	18	13
		Muy buena	80	41	22	15
	< 3	Pobre	58	25	12	7
		Media	80	35	17	10
		Buena	120	55	22	14
		Muy buena	250	100	25	16
Plantaciones regulares de aprovechamiento forestal	≥ 3	Pobre	62	26	15	10
		Media	80	34	19	14
		Buena	100	42	22	15
	< 3	Pobre	75	34	19	14
		Media	95	42	22	15
		Buena	120	50	25	16
Masas forestales (bosques, monte bajo, etc.)		Muy clara	40	17	8	5
		Clara	60	24	14	10
		Media	75	34	22	16
		Espesa	90	47	31	23
		Muy espesa	120	65	43	33
Notas: 1. N: denota cultivo según las curvas de nivel R: denota cultivo según la curva de máxima pendiente 2. *: denota que esa parte de cuenca debe considerarse inexistente a efectos de cálculo de caudales de avenida 3. Las zonas abancaladas se incluirán entre las de pendiente menor del 3 por 100						
Tipo de terreno		Pendiente (%)	Umbral de escorrentía (mm)			
Rocas permeables	≥ 3		3			
	< 3		5			
Rocas impermeables	≥ 3		2			
	< 3		4			
Firmes granulares sin pavimento			2			
Adoquinados			1,5			
Pavimentos bituminosos o de hormigón			1			

Según el estudio del CEDEX, en las estaciones pluviométricas españolas, la ley que relaciona la precipitación P máxima en el intervalo considerado cumple la ley

APROBADO PROVISIONALMENTE  
 POR PLENO 27.03.08  
 LA SECRETARIA  
 siendo  $b \approx 0,5$

APROBADO  
 INICIALMENTE  
 POR PLENO 27.03.2007  
 LA SECRETARIA.

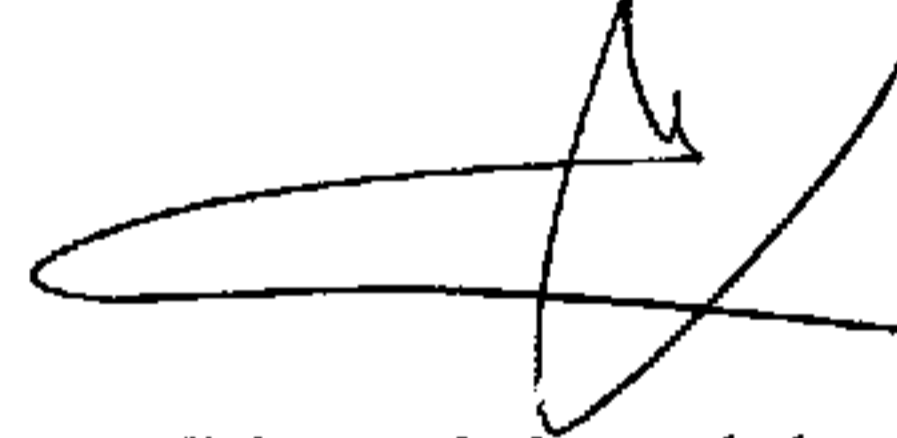
Esta formulación debe ser corregida en los casos de aguaceros de pequeña magnitud puesto que en estos casos no se cumple sistemáticamente la hipótesis básica: el máximo caudal no está asociado al intervalo de máxima intensidad y duración  $T_c$ , ya que dicha precipitación quedará absorbida íntegramente por el terreno al ser menor que el umbral de escorrentía.

En estos casos, el intervalo generador del máximo caudal, y con él, el punto intermedio indicativo del coeficiente de escorrentía, se desplazan en el tiempo hacia la zona final del aguacero, en espera de condiciones más favorables de la humedad del suelo que las correspondientes al intervalo de máxima intensidad.

Este problema se aborda modificando la ley anterior, en el entorno de los pequeños valores, haciéndola despegar del eje  $C=0$  para  $P_d = P_o$ , para tender posteriormente a confundirse con la curva primitiva, proponiéndose finalmente la siguiente expresión definitiva, suficientemente ajustada:

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

APROBADO PROVISIONALMENTE  
POR PLENO 07.08.08  
LA SECRETARIA



En la estimación del parámetro  $P_o$  debe considerarse además las condiciones de humedad previas del suelo esperables en la cuenca en la época del año en que habitualmente se presenta la crecida. En España puede considerarse que se dan condiciones medias de humedad en el Norte de España y secas en el Centro y Mediterráneo Septentrional. El Centro de Estudios Hidrográficos, en febrero de 1992, publicó un estudio para el cálculo de caudales máximos en las cuencas de la Confederación Hidrográfica del Tajo, en el que se establece, en su figura 2.5, el factor multiplicador del umbral  $P_o$ . Para la zona de proyecto el factor corrector es

$$K_p = 2,4$$

$$P'_o = P_o \times K_p$$

La figura citada se incluye a continuación:

APROBADO  
INICIALMENTE  
POR PLENO 27.03 2007  
LA SECRETARIA.



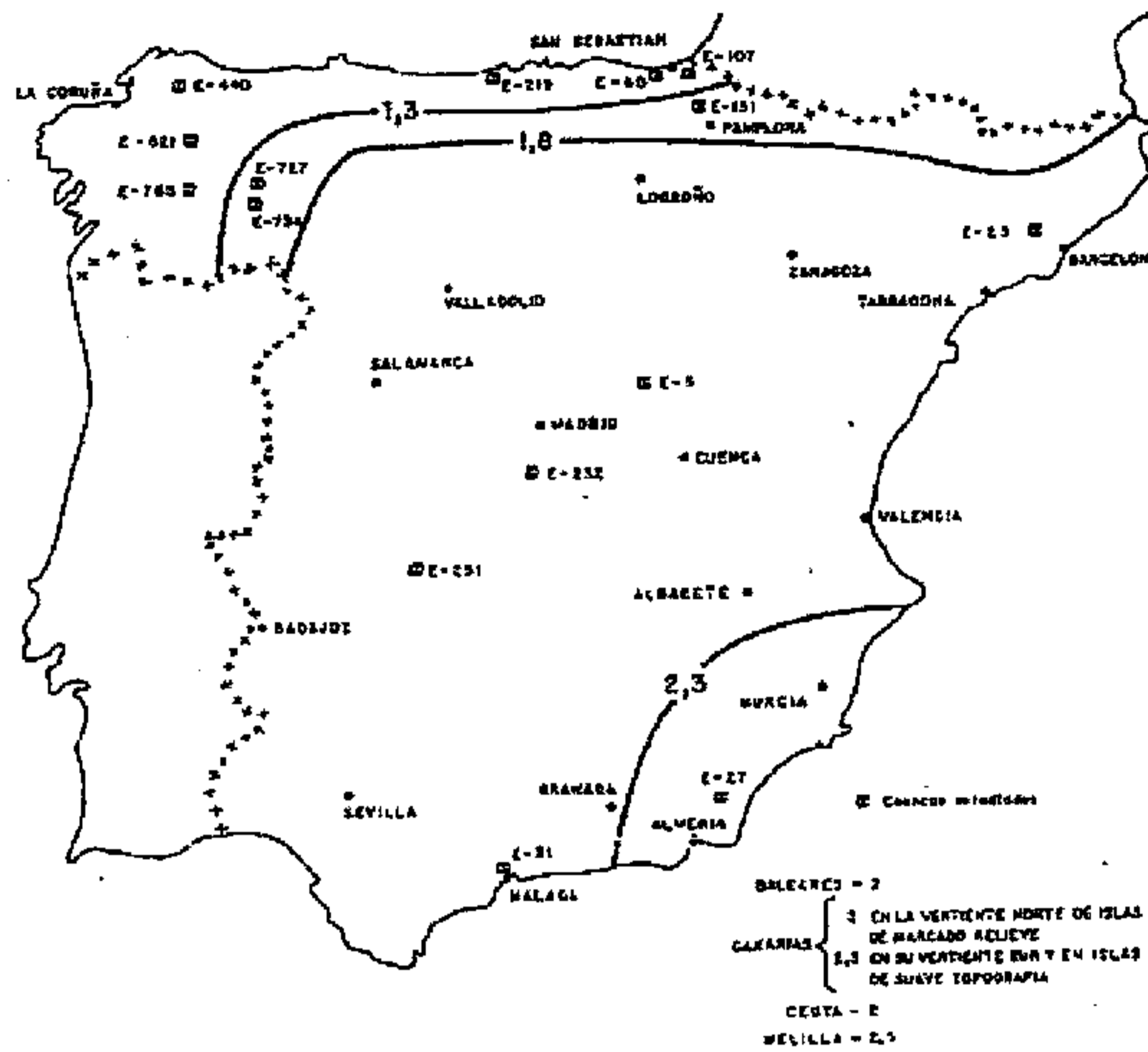


Fig. 2.5. Multiplicador del umbral Po. Coeficiente de humedad inicial.

Siguiendo el procedimiento descrito, se han obtenido los valores de los coeficientes de escorrentía en función de los periodos de retorno considerados y los distintos usos del suelo adoptando previamente un valor del umbral de escorrentía definido por las tablas de la Instrucción de Drenaje de Carreteras.

Los valores obtenidos se muestran en las siguientes tablas:

APROBADO PROVISIONALMENTE  
POR PLENO 07.08.08  
LA SECRETARIA

APROBADO  
INICIALMENTE  
POR PLENO 27.03.2007  
LA SECRETARIA,

CUENCA	AREA TOTAL km <sup>2</sup>	PEND TOTAL CUENCA m <sup>3</sup> /m	CLASIFICACIÓN SUELO Instrucción 5.2. I.C.	INFILTRACIÓN BÁSICA (mm)												Po Básico (mm)	Po Total (mm)	Factor kp	Po Final (mm)			
				IMPRODUCTIVO		PRADERAS		ROTACIÓN DE CULTIVOS		CULTIVOS LEÑOSOS		CONÍFERAS		FRONDOSAS								
				t.p.u.	Po (mm)	t.p.u.	Po (mm)	t.p.u.	Po (mm)	t.p.u.	Po (mm)	t.p.u.	Po (mm)	t.p.u.	Po (mm)							
1	0.037	< 3 %	A	1.00	0.250	0.750	25.00	0.000	0.000	25.00	0.000	19.00	0.000	0.000	34.00	0.000	47.00	27.50	27.50	2.4	66.00	
		≥ 3 %	t.p.u.	0.00	0.000	0.000	0.00	0.000	0.000	0.00	0.000	0.00	0.000	0.000	0.00	0.000	0.00	0.00	0.00			

Tabla 3. Umbral de escorrentía de las cuencas minoradas. Situación Actual.

APROBADO  
INICIALMENTE  
POR PLENITARIO  
LA SECRETARÍA,  
29.03.2007

APROBADO PROVISIONALMENTE  
POR PLENITARIO  
LA SECRETARÍA  
07.08.08

Una vez obtenido el umbral de escorrentía se obtienen los siguientes valores del coeficiente de escorrentía según el periodo de retorno considerado, para la Situación Actual:

CUENCA	Area (km <sup>2</sup> )	Coeficiente de escorrentia para período de retorno (años)							
		3	5	10	15	25	50	100	500
1	0.037	0.0005	0.0005	0.0005	0.0005	0.0005	0.0005	0.022	0.072


Los datos de las casillas señaladas con la trama, corresponden a aquellos resultados de coeficiente de escorrentia 0, según la fórmula empleada en el método RACIONAL por la DIRECCION GENERAL DE CARRETERAS DE ESPAÑA, cuyo valor se ha sustituido por 0.0005, por considerar que se ajusta más a la realidad alejándose de dicho plano teórico.

Tabla 4. Coeficiente de escorrentia en la cuenca considerada. Situación Actual.

APROBADO PROVISIONALMENTE  
 POR PLENO 07.08.08  
 LA SECRETARIA



APROBADO INICIALMENTE  
 POR PLENO 27.03 2007  
 LA SECRETARIA.



A tenor de la experiencia en pequeñas cuencas urbanas, para la Situación Futura, se ha decidido fijar el valor del coeficiente de escorrentía de manera independiente del periodo de retorno que se considere en el caso de superficies de parcelas, zonas verdes y tejados. Para el caso de las superficies pavimentadas se ha obtenido el coeficiente de escorrentía en función del periodo de retorno de la misma manera que se obtuvo para la Situación Actual, fijando en este caso un valor del umbral de escorrentía de 1 mm. y un coeficiente  $k_p$  de 2,4.

La siguiente tabla resume los valores considerados:

USO	COEFICIENTE DE ESCORRENTIA		
	T=5	T=15	T=500
VIARIO	0.86	0.9	0.96
PARCELAS	0.5	0.5	0.5
TEJADOS	0.8	0.8	0.8
ZV	0.15	0.15	0.15

Tabla 5. Coeficiente de escorrentía en el APD-16 en función del periodo de retorno considerado. Situación Futura

#### Máxima precipitación diaria

Para el cálculo de la Intensidad como del coeficiente de escorrentía  $C$  se necesita conocer el valor de la máxima precipitación diaria  $P_d$  (mm) correspondiente al periodo de retorno de cálculo.

La estimación se hace como es habitual a partir de los planos de isoyetas de máximas precipitaciones diarias (isomáximas) trazadas de acuerdo con valores de las lluvias puntuales de un mismo periodo de retorno en las diversas estaciones pluviométricas.

El valor medio areal en una cuenca así deducido debe afectarse de un factor reductor función de su área según la expresión:

$$K_A = 1$$

$$K_A = 1 - \frac{\log A}{15}$$

para  $A < 1$

para  $1 \leq A \leq 3.000$

siendo

$K_A$  = Factor reductor de la lluvia diaria

$\log A$  = Logaritmo decimal de la superficie  $A$  (km<sup>2</sup>)

La aplicación de este factor se justifica por la no simultaneidad de las precipitaciones de un mismo período de retorno en todos los puntos de la cuenca y la ley se dedujo a partir de los valores empíricos obtenidos en cuencas de diverso tamaño y localización donde se determinó la lluvia media areal del día más desfavorable en cada uno de los años con datos de registro. Posteriormente se comparó la ley de frecuencia obtenida a partir de esos valores con aquella otra deducida de las isomáximas.

El cálculo de caudales mediante este método se refleja en las tablas siguientes.

CUENCA N°	Area (km <sup>2</sup> )	Precipitación Pd en mm para período de retorno (años)							
		3	5	10	15	25	50	100	500
1	0.037	37.00	42.00	50.00	54.00	59.00	68.00	75.00	96.00

Tabla 6. Precipitaciones máximas diarias básicas.

CUENCA N°	Area (km <sup>2</sup> )	Precipitación (corregida) Pd x KA en mm para período de retorno (años)							
		3	5	10	15	25	50	100	500
1	0.037	37.00	42.00	50.00	54.00	59.00	68.00	75.00	96.00

Tabla 7. Precipitaciones máximas diarias de cálculo.

CUENCA	Area (km <sup>2</sup> )	I <sub>f</sub> /I <sub>d</sub>	Intensidades de lluvia de cálculo (mm/h) para período de retorno (años)							
			3	5	10	15	25	50	100	500
1	0.037	9.8	29.87	33.91	40.37	43.60	47.63	54.90	60.55	77.50

Tabla 8. Intensidades de la lluvia de cálculo. Situación Actual.


CUENCA	Area	K	Caudales de cálculo (m <sup>3</sup> /s) para período de retorno (años)							
			3	5	10	15	25	50	100	500
1	0.037	1.015	0.0002	0.0002	0.0002	0.0002	0.0002	0.0029	0.0141	0.0578

Tabla 9. Caudales de cálculo. Situación Actual.

APROBADO PRELIMINARMENTE  
P.O. 27.03.08  
LA SECRETARÍA



APROBADO  
INICIALMENTE  
POR PLEN 27.03 2007  
LA SECRETARÍA.



En la Situación Futura, el desarrollo urbanístico de los terrenos que constituyen el APD-16 modificará el caudal de escorrentía con respecto a la Situación Actual.

Los caudales recogidos para la Situación Futura en la totalidad de la cuenca considerada serán el resultado de los nuevos caudales de escorrentía obtenidos a partir del desarrollo urbanístico y los caudales de escorrentía procedentes de aguas arriba de la actuación, es decir, los caudales de los terrenos del SAU-2 incluidos dentro de la cuenca considerada.

De un análisis rápido de la morfología de la cuenca se deduce que el principal contribuyente a aumentar los caudales de escorrentía en la Situación Actual son las superficies de suelo improductivo dentro de él, esto es, en su mayor parte, el conjunto de edificaciones abandonadas dentro del APD-16. Es de prever así que si a la cuenca considerada se le deducen los efectos ocasionados por los terrenos que forman el APD-16, se obtendrá un caudal de escorrentía inferior que el que provocaría un reparto de caudales equitativo en función del área extraída, es decir, que el caudal aportado por los terrenos del APD-16 en Situación Actual es superior, en proporción, a los que aportan los otros terrenos puesto que el primero tiene una superficie de suelo improductivo mayor.

Así pues, si consideramos que el caudal de escorrentía de la cuenca resultante de deducir el área del APD-16 a la cuenca considerada en la situación actual es proporcional al obtenido anteriormente, y función de la relación de áreas entre ambas cuencas, estaremos situándonos del lado de la seguridad.

Obtendremos así el caudal futuro en la totalidad de la cuenca como combinación del obtenido de la forma descrita en el párrafo anterior con el que se obtiene a partir de la nueva ordenación.

De acuerdo con el razonamiento anterior, el caudal que aportan las cuencas aguas arriba del APD-16 sobre éste tiene un valor, en función del periodo de retorno, de:

CUENCA	Área	Factor Conversión	Caudales de cálculo (m <sup>3</sup> /s) para período de retorno (años)							
			3	5	10	15	25	50	100	500
1 - APD16	0.027	0.742	0.000115	0.000131	0.000156	0.000168	0.000184	0.002133	0.010449	0.042893

Tabla 10. Caudales de aportación terrenos aguas arriba del APD-16. Situación Actual y Futura.

APROBADO INICIALMENTE  
POR LA SECRETARIA  
03.08

ATP Ingenieros Consultores, S.A.

APROBADO INICIALMENTE  
POR P'EN; 27.03 2007  
LA SECRETARIA.

USO	SUPERFICIE (KM <sup>2</sup> )	C (coeficiente esorrentía)		Intensidad de cálculo (mm/h)			K	Caudal de cálculo (m <sup>3</sup> /s)		
		Tr = 5 años	Tr = 15 años	T=500 años	Tr = 5 años	Tr = 15 años		Tr = 500 años	Tr = 5 años	Tr = 15 años
Servicios	0.00079	0.5	0.5	0.5	44.20	101.03	1.008	0.0049	0.0063	0.0111
Tejados	0.00521	0.8	0.8	0.8	56.83	101.03	1.008	0.0516	0.0664	0.1180
zv	0.00059	0.15	0.15	0.15				0.0011	0.0014	0.0025
viales	0.00293	0.86	0.9	0.96				0.0311	0.0419	0.0795
								0.0887	0.116	0.211

Tabla 11. Caudales generados en APD-16 en Situación Futura.

CUENCA	Caudal de cálculo (m <sup>3</sup> /s)		
	Tr = 5 años	Tr = 15 años	T=500 años
APD-16	0.0887	0.116	0.211
A. Arriba	0.000115	0.000168	0.04283
Cuenca 1	0.0887	0.116	0.254

Tabla 12. Caudales de cálculo. Situación Futura.

SITUACION	Caudal de cálculo (m <sup>3</sup> /s)		
	5 años	15 años	500 años
ACTUAL	0.0002	0.0002	0.0578
FUTURA	0.0887	0.116	0.254

Tabla 13. Caudales de cálculo. Comparación Situación Actual y Futura

APROBADO PROVISIONALMENTE  
POR PLENO 07.08.08  
LA SECRETARIA

APROBADO  
INICIALMENTE  
POR PLENO 27.03 2007  
LA SECRETARIA.