



Texto Refundido

PROYECTO DE URBANIZACIÓN SECTOR ZEP-ER4. MOLINA DE SEGURA. MURCIA.

DOCUMENTO Nº 1

ANEJO Nº 5: ANÁLISIS DE ESCORRENTÍAS



ÍNDICE

1. OBJETO DEL ANEJO	1
2. Caudal de cálculo.	1
2.1. Caracterización estadística de la lluvia.	2
2.2. Tiempo de concentración.....	4
2.3. Intensidad de lluvia	6
2.4. Coeficiente de escorrentía.....	6
2.5. Caracterización de la Superficie de la cuenca	7
2.6. Coeficiente punta	8
2.7. Máximo caudal de agua de lluvia.....	8

1. OBJETO DEL ANEJO

Es objeto de este Anejo estudiar, desde el punto de vista hidrológico, el caudal de aporte de las superficies afectas al sector ZEP-ER4, con el objetivo de proceder al correcto dimensionamiento del colector general, atendiendo tanto a las aguas pluviales procedentes del nuevo Sector Residencial, como a las que discurren por la cuenca y desaguan en los terrenos objeto de esta actuación. Solamente de esta forma se tendrá un buen conocimiento del caudal total de aguas pluviales a evacuar y de esta manera se logrará el correcto diseño del colector a ejecutar.

2. CAUDAL DE CÁLCULO.

La determinación del caudal de aguas pluviales a evacuar por la nueva red en un punto determinado supone seguir los siguientes pasos:

1.- Caracterizar estadísticamente la lluvia de la zona en base a los datos disponibles hasta llegar a una expresión o gráfica que relacione intensidad con duración y periodo de recurrencia y retorno. Este método es independiente del método de caudales a evacuar utilizado.

2.- Cálculo del caudal a evacuar. Este método depende del método de cálculo de caudales empleado para evacuar e incluye implícitamente la selección del chubasco más desfavorable que se realiza de forma distinta en función del método de cálculo del caudal utilizado.

Para la caracterización estadística de la lluvia se ha utilizado la Función de Distribución propuesta por la Dirección General de Carreteras del Ministerio de Fomento y el Centro de Estudios Hidrográficos del Centro de Estudios y Experimentación de Obras Públicas (CEDEX) del mismo Ministerio:

$$F(x) = \exp\left[-k\left(1 + \sqrt{\alpha \cdot x}\right)\exp\left(-\sqrt{\alpha \cdot x}\right)\right]$$

La ley SQRT-ET max, ha sido la finalmente seleccionada por las siguientes razones:

- a)** Es el único de los modelos analizados de la ley de distribución que ha sido propuesto específicamente para la modelación estadística de máximas lluvias diarias.
- b)** Está formulada con sólo dos parámetros lo que conlleva una completa definición de los cuantiles en función exclusivamente del coeficiente de variación con lo que se consigue una mayor facilidad de presentación de resultados.
- c)** Por la propia definición de la ley proporciona resultados más conservadores que la tradicional ley de Gumbel.
- d)** Demuestra una buena capacidad para reproducir las propiedades estadísticas observadas en los datos, lo que se comprobó mediante técnicas de simulación de Montecarlo.

Para el cálculo del caudal a evacuar se ha utilizado el **Método Racional Modificado según** se pide en las normas del Ayto de Molina de Segura, que se caracteriza por ser un método conceptual que no precisa una gran cantidad de información sobre las características de la cuenca.

Hay que estimar los caudales máximos procedentes de la cuenca que vierte sus aguas al Sector. Como ya se ha comentado con anterioridad, para determinar caudales de escorrentía en cuencas como la que ocupa a este trabajo, se recomienda el denominado Método Racional Modificado, cuyas principales hipótesis son:

- La precipitación es uniforme, en el espacio y en el tiempo.
- La intensidad de lluvia es la correspondiente a un aguacero de duración el tiempo de concentración de la cuenca, ya que se considera que esta duración es la más desfavorable (esto ya se ha supuesto en el punto anterior).
- Existe un coeficiente de escorrentía constante para cada tipo de uso del suelo.

Siguiendo la metodología indicada, el máximo caudal de aguas de lluvia a evacuar en una zona, para una determinada frecuencia de precipitación, valdrá:

$$Q = \frac{C * I * A * K}{3.6}$$

siendo:

C: coeficiente de escorrentía o relación entre el agua no retenida por el terreno y el agua de lluvia.

I : intensidad media en mm/h

A : superficie de la cuenca en Km²

K : coeficiente punta para tener en cuenta la no uniformidad de la lluvia

2.1. Caracterización estadística de la lluvia.

Conocido el valor de la precipitación esperable para el periodo de retorno escogido, se pasa a continuación a la obtención de la curva Intensidad – Duración para el periodo de retorno prefijado. La expresión utilizable en España es:

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

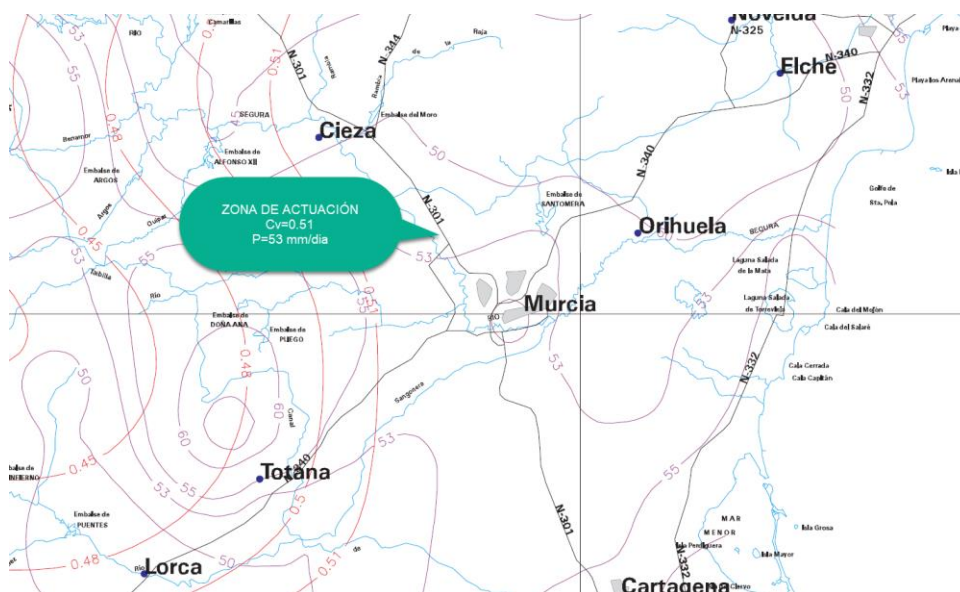
siendo:

- I_t (mm/h) = Intensidad media correspondiente al intervalo de duración D horas.
- I_d (mm/h) = Intensidad media diaria de precipitación correspondiente al periodo de retorno considerado. Es igual a $P_d / 24$.
- P_d (mm/h) = Precipitación total diaria correspondiente al periodo de retorno tomado.
- I_1 / I_d = Cociente entre la intensidad horaria y la diaria, independiente del periodo de retorno. (Molina de Segura – Sector ZEP-ER4=11).

CALCULO DEL FACTOR REGIONAL



El enfoque tradicional de los métodos regionales permiten estimar el valor de los cuantiles regionales en un punto, simplemente asignándole los valores obtenidos en la región en la que dicho punto está incluido, lo que presenta como principales inconvenientes tanto la incertidumbre existente respecto a los límites considerados en las regiones, como la indeseable continuidad que presenta los resultados en dichos límites. Para resolver estos problemas, se optó por presentar los resultados en forma "suavizada" trazando un mapa nacional de isóneas del coeficiente de valoración C_v . En concreto para el sector ZEP-ER4, se obtiene un coeficiente de variación $C_v = 0.51$ y una precipitación de 53 mm/día.



Determinado el coeficiente de variación (C_v), se obtiene el factor de amplificación K_t siendo el cuantil regional de Murcia:

C_v	PERIODO DE RETORNO EN AÑOS (T)							
	2	5	10	25	50	100	200	500
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

Obteniendo el valor del cuantil local X_t para el sector ZEP-ER4, con los valores del cuantil regional Y_t y el valor medio P , conoceremos los valores de máxima precipitación esperada expresada en mm/día:

$$X_t = Y_t \cdot \bar{P}$$

PUNTO	P (mm/día)	Y_t	T (años)	X_t (mm/día)	Id (mm/hora)
ZEP-ER4	53	1,625	10	86,125	3,589
		2,068	25	109,604	4,567
		2,434	50	129,002	5,375
		2,815	100	149,195	6,216
		3,22	200	170,66	7,111
		3,799	500	201,347	8,389

2.2. Tiempo de concentración

Para aplicar la ecuación de la curva intensidad – Duración, es necesario estimar el valor de D , que es la duración de la tormenta de diseño (igual al tiempo de concentración en horas). El tiempo de concentración en un punto de una cuenca es el tiempo empleado por la lluvia caída en el lugar de la cuenca más alejado de dicho punto para llegar hasta él. Debe puntualizarse que «el lugar más alejado» se refiere a un punto de vista temporal: el lugar desde el que más tarde el agua caída en llegar al punto de concentración considerado.

El tiempo de concentración, T_C se compone de dos sumandos: tiempo de escorrentía, T_e y tiempo de recorrido, T_a :

$$T_C = T_e + T_a$$

- Tiempo de escorrentía (T_e)

El tiempo de escorrentía es el que tarda la lluvia más alejada en llegar al cauce o red de alcantarillado. Depende de la distancia a recorrer por la lluvia, y de la pendiente y grado de impermeabilidad del terreno. Varía en la práctica entre un mínimo de 3 minutos y un máximo de 20 minutos con valores normales entre 5 y 10 minutos. Conforme aumenta la superficie desaguada disminuye el peso del tiempo de escorrentía en el total del tiempo de concentración.

- Tiempo de recorrido (T_a)

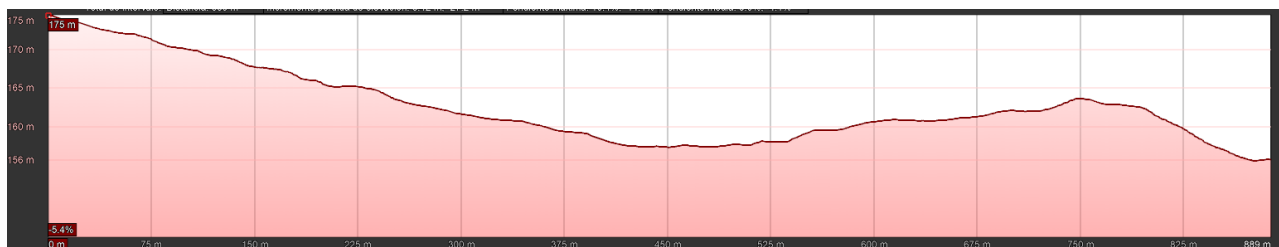
Es el tiempo que tarda el agua que discurre por un cauce, o por la red de alcantarillado, en alcanzar el punto de vertido. Depende de las condiciones hidráulicas del cauce o de los colectores. Si en el momento de evaluarlo no se conocen la totalidad de estas condiciones, se puede fijarlas de antemano de forma aproximada.

La fórmula que recomienda la Norma de Drenaje Superficial (Instrucción 5.2 – IC) para obtener el tiempo de concentración es una modificación de la del US Army Corps of Engineers:

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

Donde:

- T_C (h) = Tiempo de concentración.
- L (Km) = Longitud del cauce principal = 0.889 km
- J (m/m) = Pendiente media del cauce principal = $19/889 = 2.14 \%$



Con los datos de diseño se obtiene que el tiempo de concentración es:

$$T_c = 0.3 * \left(\frac{0.889}{0.0214^{0.25}} \right)^{0.76} = 0.57 \text{ horas} \cong 35 \text{ minutos}$$

2.3. Intensidad de lluvia

Este valor corresponde a la máxima precipitación para una frecuencia y una duración del aguacero determinados. Especialmente en el caso de cuencas pequeñas, como la que se está tratando en este trabajo, el caudal máximo corresponde a tormentas intensas y de corta duración. Hay que tener en cuenta que la intensidad media de una tormenta aumenta con el periodo de retorno considerado (cuanto mayor es la intensidad, con menos frecuencia ocurre), y que disminuye con la duración de la misma (cuanto más larga es la tormenta, menor es la intensidad media).

Por lo que la intensidad media correspondiente al intervalo de duración de 0.57 horas, para cada periodo de retorno, es:

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

PUNTO	P (mm/día)	Yt	T (años)	It (mm/hora)
ZEP-ER4	53	1,625	10	54,986
		2,068	25	69,977
		2,434	50	82,361
		2,815	100	95,253
		3,22	200	108,958
		3,799	500	128,550

Se fija el periodo de retorno de 10 años tal como establece la normativa del Ayuntamiento para nuevas urbanizaciones.

2.4. Coeficiente de escorrentía

Este coeficiente representa el cociente entre el caudal que discurre por una superficie y el caudal total precipitado sobre ella, es decir, es el porcentaje de agua que resbala por la superficie y va a parar a los cauces. Varía a lo largo del tiempo y es función de las características del terreno (vegetación, inclinación del terreno, permeabilidad, etc.), y de la caracterización climatológica de la zona (temperatura, horas de soleamiento, humedad relativa, etc.).

El coeficiente C que figura en la fórmula del Método Racional, es la media ponderada de los coeficientes en un intervalo de tiempo para cada tipo de terreno. A efectos de cálculo se considera la simplificación aportada por el Ayuntamiento, considerando un coeficiente C=0.50, área residencial, urbanizaciones donde se mezcla la edificación unifamiliar con jardines y para los viales de 0.95:

<u>TIPO DE SUPERFICIE</u>	<u>C</u>	<u>COMENTARIO</u>
Grandes áreas pavimentadas	0,95	Se entienden por tales las zonas de aparcamiento de gran extensión y grandes plazas sin jardines.
Áreas urbanas	0,85	Se considerarán como tales aquellas superficies constituidas por calles, pequeñas plazas y edificaciones en altura.
Áreas residenciales	0,50	Se entienden por tales a las urbanizaciones, donde se mezcla la edificación unifamiliar con

2.5. Caracterización de la Superficie de la cuenca

La superficie total del sector es de 67.234,96 m², para el análisis de caudales de lluvia se amplía considerando los terrenos no desarrollados que por escorrentía natural pueden verter a la zona de planeamiento atendiendo a los diferenciales de cotas del sector y terrenos adyacentes, aumentando la superficie de aportación al punto de vertido. En la inmediaciones del sector se ha evaluado un punto susceptible a inundación, dado que se determinara la ejecución de una red de pluviales para el interior del sector, se reduce el caudal de aportación a dicha área, sin embargo, la escorrentía natural de la zona definida como zona verde-jardín es a terrenos adyacentes que mantienen la escorrentía natural al punto de inundación comentado, por lo que en dicho punto exterior al sector se determina la instalación de un sumidero que tome dichos caudales tal como se define en el anejo nº 6. Se maximiza la superficie vertiente en el sector considerando las mayores cotas en las proximidades del mismo, incluyendo las áreas que pueden verter con escorrentía natural.



2.6. Coeficiente punta

El valor del **coeficiente punta K** se obtiene de la siguiente expresión:

$$K = 1 + \frac{T_c^{1.25}}{T_c^{1.25} + 14} = 1.03$$

2.7. Máximo caudal de agua de lluvia

Tal como se indicó anteriormente, hay que tener en cuenta que la intensidad media de una tormenta aumenta con el periodo de retorno considerado (cuanto mayor es la intensidad, con menos frecuencia ocurre), y que disminuye con la duración de la misma (cuanto más larga es la tormenta, menor es la intensidad media).

Al elegir un caudal, no existe garantía absoluta de que el caudal no vaya a ser rebasado al menos una vez dentro de un periodo de retorno determinado, en cuyo caso puede haber daños en las propias obras de urbanización que lindan con el cauce, en las propiedades adyacentes, o molestias en los accesos. El periodo de retorno a adoptar en el cálculo depende de los daños que pudieran crear crecidas producidas por las lluvias, que produzcan caudales superiores al de cálculo. En este caso, se ha fijado este periodo de retorno en 10 años, no obstante se considera el periodo de 25 años para atender el ramal de entronque a la rambla Las Monjas cubriendo el trazado de enlace.

Se establece el caudal máximo a considerar para cada T_r , en:

$$Q = \frac{C * I * A * K}{3.6}$$

PUNTO	P (mm/día)	Yt	T (años)	It (mm/hora)	Q (m3/s)
ZEP-ER4	53	1,625	10	54,986	0,551
		2,068	25	69,977	0,701
		2,434	50	82,361	0,825
		2,815	100	95,253	0,954
		3,22	200	108,958	1,091
		3,799	500	128,550	1,287

El caudal máximo mayorado a evacuar por km² es de 551 l/s para el periodo de retorno considerado anteriormente establecido en el estudio de escorrentía. **Por lo que el caudal de cálculo de pluviales se establece en 0.55 m³/s, al que habrá que añadir el procedente de la nueva red del sector.**

(Fin Anejo 5)