



Anejo Nº 10

Drenaje



ÍNDICE

1. Objeto	3
2. Normativa	4
3. Cálculo de red	5



1. Objeto

En el presente anejo se estudiará la problemática asociada al desalojo de las aguas pluviales. Esto incluye, en este proyecto, las aguas recogidas del pavimento de la estación.

Dicho estudio se podría ver complementado con la recogida de las aguas residuales producto de los dispositivos sanitarios proyectados dentro de la estación. Sin embargo ya que el diseño de ésta no es objeto de estudio de este proyecto, se supondrá una red separativa, es decir que evacúa por separado las aguas residuales y las pluviales. De esta manera se procederá al dimensionamiento estudio y comprobación de la red de saneamiento de aguas pluviales.



2. Normativa

Para el cálculo y dimensionamiento de este apartado, se ha utilizado la normativa correspondiente. Dicha normativa es la “Normativa para Obras de Saneamiento de la Ciudad de Valencia” del año 2004.

A pesar de que en el apartado de “Ámbitos de aplicación” dicha normativa dispone que algunas hipótesis deberán ser modificadas, en este anejo se han tomado las mismas especificaciones, dando, sin embargo, cierto margen en el dimensionamiento para situarse del lado de la seguridad en este aspecto, para así poder usar dicha normativa y los programas de dimensionamiento y cálculo de redes asociada a ella.

3. Cálculo de la red

Como ya se ha dicho anteriormente, para el dimensionamiento y comprobación de los diámetros de la red de saneamiento de aguas pluviales de la nueva estación de ferrocarril y autobús de Denia, se va a utilizar un programa asociado a la ciudad de Valencia y sus características. Sin embargo esto no supondrá una peligrosa suposición ya que las condiciones climáticas se pueden suponer similares, además de que se realizarán ajustes para encontrarse del lado de la seguridad en todos los casos.

En cualquier caso, no se debe tomar estas suposiciones o aproximaciones como lejanas a la realidad, ya que el método de cálculo hidrológico del programa a utilizar son las hipótesis que se deben tomar en cualquier dimensionamiento de red de saneamiento. Dichas hipótesis se encuentran especificadas en la “Normativa para Obras de Saneamiento de la Ciudad de Valencia” en el apartado 2.1 “Cálculo Hidrológico”:

- 1.- La precipitación es uniforme en el espacio y en el tiempo.
- 2.- 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.
- 3.- Existe un coeficiente de escorrentía constante para cada tipo de uso del suelo.
- 4.- El Método Racional no considera la posible laminación del hidrograma producida en la cuenca vertiente y durante la propagación a lo largo de la red, ya que se asume que se compensa aproximadamente con la no-existencia de picos en la precipitación. El MRC introduce un nuevo coeficiente de propagación que mejora los resultados obtenidos y permite el uso del método hasta tiempos de concentración de 40 minutos.
- 5.- Con carácter general, cada tramo de colector se calcula a partir de toda la cuenca vertiente al punto final del mismo.

A continuación se hará un recorrido breve y resumido de los cálculos que realiza el programa para el dimensionamiento del conducto.

Tiempo de concentración.

Para el cálculo del tiempo de concentración es necesario conocer:

1.- Delimitación de la cuenca vertiente al tramo de colector que se está calculando, teniendo en cuenta la situación futura de la misma. En zonas rurales la cuenca vertiente viene fijada por la topografía. Sin embargo, en zonas puramente urbanas la cuenca es determinada fundamentalmente por las conexiones de los imbornales de las calles y de las acometidas de los edificios. Es habitual considerar que una manzana edificada vierte a cada colector que la rodea proporcionalmente a la longitud de éste.

2.- Sección, pendiente y rugosidad de cada tramo de colector aguas arriba del tramo estudiado.

3.- Hipótesis de la sección, pendiente y rugosidad del colector en cuestión.

4.- Longitud de cada tramo de colector.

5.- Longitud desde el punto más alejado de la cuenca hasta el arranque del tramo en el que vierte, que se considerará como primer colector.

Con ello se propone emplear para el tiempo de concentración en minutos la siguiente expresión:

$$t_c = t_s + \frac{\alpha}{60} \sum_{i=1}^n \frac{L_i}{V_i}$$

Intensidad de lluvia.

El nivel de protección adoptado para las aguas pluviales es el correspondiente a un periodo de retorno de 25 años. La razón fundamental de este valor, que podría considerarse elevado para una red de drenaje urbano, es la especial característica de los chubascos extremos mediterráneos, con muy bajas intensidades para bajos periodos de retorno, pero muy altas para periodos de retorno medios y altos. Un diseño con un nivel de riesgo tradicional produciría demasiado frecuentemente graves insuficiencias en la red.

La curva IDF a emplear en la Ciudad de Valencia es la siguiente:

$$I = 157,2 - 2,645 \cdot d + 0,02662 \cdot d^2 - 0,0001122 \cdot d^3$$

Coeficientes de escorrentía.

Para el periodo de retorno de 25 años deberán adoptarse diferentes coeficientes según el tipo básico de superficie, como se indica en la siguiente tabla:

Tipo básico de superficie	C
Impermeable	0,95
Edificación	0,75
Permeable	0,20
No conectada con la red	0,00

Coeficiente de propagación.

El coeficiente de propagación K_p , es un coeficiente mayorador de la punta de caudal obtenida según el Método Racional clásico. Dicho aumento del caudal punta reproduce lo observado en simulaciones con modelos complejos y tiene como justificación la transformación del hidrograma durante su transporte en la red (efecto de adelantamiento de puntas de caudal), circunstancias que provocan hidrogramas resultantes cuya punta es más desfavorable que la obtenida por el Método Racional tradicional.

El valor de dicho coeficiente va a variar para cada tramo según sea la posición de éste en la red. De manera concreta, el K_p va a ser función del tiempo de concentración del tramo así como del coeficiente de escorrentía medio de su cuenca acumulada (C). Si se define para cada tramo el valor t_d como el tiempo diferencia entre su tiempo de concentración y el tiempo de entrada, el K_p se podrá calcular según las siguientes expresiones.

$$t_d < a \Rightarrow K_p = \frac{a}{a + bt_d}$$

$$t_d \geq a \Rightarrow K_p = \frac{1}{1 + b}$$

Caudal de diseño de aguas pluviales

Por aplicación del MRC, el caudal de diseño de pluviales de 25 años de periodo de retorno del ramal de colector (en m³/s) será:

$$Q = \frac{K_p \cdot I \cdot (C_1 \cdot A_1 + C_2 \cdot A_2 + C_3 \cdot A_3 + C_4 \cdot A_4)}{360}$$

CÁLCULO HIDRÁULICO.

La sección necesaria del tramo de colector en estudio se obtendrá a partir del caudal de diseño con la hipótesis de funcionamiento a sección llena.

Para colectores de pluviales o unitarios el caudal de diseño se corresponde con el caudal de pluviales asociado a 25 años de periodo de retorno Q₂₅. Si como resultado del cálculo hidráulico se obtuviera una sección muy diferente de la supuesta en el cálculo del tiempo de concentración y si éste fuera superior a 10 minutos, se debe de recalcular el tiempo de concentración y, por tanto, el caudal de diseño y el dimensionamiento del colector.

En cualquier caso, se adoptará como ecuación de pérdida de energía por rozamiento la dada por la fórmula de Manning, tomándose como coeficientes de Manning los presentados en el siguiente apartado.

Como regla general, para los colectores objeto de esta normativa la conversión de caudal a calados en el colector se realizará con la hipótesis de flujo uniforme, es decir, las pérdidas de energía son iguales a la pendiente del colector.

Coeficiente de rugosidad.

Se adjunta una tabla con el coeficiente de Manning correspondiente a diferentes materiales de las conducciones. Se han tomado valores conservadores para tener en cuenta el incremento de rugosidad que con el tiempo sufre un colector debido a las incrustaciones, sedimentos, atascos, etc. y a la existencia de pozos de registro, alineaciones no rectas y cambios bruscos de dirección, lo que supone un

incremento aproximado de la rugosidad de un 10% respecto a aguas límpias, tubo nuevo y alineación recta. Por defecto se emplearán las siguientes rugosidades:

Material	n
Hormigón	0,015
P.V.C.	0,010
Polietileno	0,010

Diámetro de tubería.

Con la hipótesis de flujo uniforme a sección llena y para tuberías circulares, el diámetro de diseño, en metros, viene dado por la siguiente ecuación:

$$D_d = 1,548 \left(\frac{n \cdot Q_d}{\sqrt{i}} \right)^{3/8}$$

Una vez hallado el diámetro adecuado se deben realizar las comprobaciones de velocidad y energía, así como el dimensionamiento mecánico.

Sin embargo no se ha considerado necesario incluirlo en este anejo de forma desglosada y más explícita ya que se encuentra totalmente explicado en la “Normativa para Obras de Saneamiento de la Ciudad de Valencia”.

En cualquier caso, si se deseara ampliar la información de forma más específica se deberá acudir a la “Normativa para Obras de Saneamiento de la Ciudad de Valencia” en la cual se encuentran todos los procedimientos explicados de forma clara.

A partir de este procedimiento, ejecutando el programa con los datos adecuados, propios de nuestra zona:



Se dimensionará un solo conducto de evacuación de aguas pluviales en cada sub-cuenca, que recorrerá toda la longitud de la zona pavimentada (aparcamiento y zona de estacionamiento de autobuses interurbanos). Por tanto se considerarán dos sub-cuencas diferentes con un área de 4230m^2 y 4029m^2 respectivamente.

Como hemos dicho anteriormente deberemos seleccionar la opción de dimensionar la red para evacuar exclusivamente las aguas pluviales. Después introducir los datos de nuestra superficie (superficie pavimentada, pendiente, material de la tubería etc...). Con estos datos el programa proporciona un diámetro, a partir del cual se puede modificar para adaptarse al más próximo superior a él que sea comercial. En nuestro caso hemos optado por 0.5 m de diámetro para ambos colectores ya que además las condiciones de Denia son ligeramente más restrictivas que las de Valencia, para las que está hecho el programa. Una vez se le modifica el diámetro, el programa proporciona nuevos tiempos de concentración y realiza las comprobaciones de velocidades máxima y mínima.

A continuación se adjunta un extracto de la hoja de resultados de la aplicación del programa para dimensionamiento de colectores de la ciudad de Valencia, para la aplicación con los datos de la nueva estación de Denia.



Programa VALENCIA

DIMENSIONAMIENTO HIDRAULICO DE ALCANTARILLAS

SERVICIO DEL CICLO INTEGRAL DEL AGUA

DEL AYUNTAMIENTO DE VALENCIA

DEPARTAMENTO DE INGENIERIA HIDRAULICA Y MEDIO AMBIENTE

E.T.S.I. CAMINOS, C. y P.

Ver. 1.2 - Septiembre de 1995

MODULO PARA COLECTORES DE PLUVIALES

ARCHIVO DE RESULTADOS: Resultados Dimensionamiento Estación Denia

A1: GRANDES AREAS PAVIMENTADAS EN Ha (C=.95)

A2: AREAS URBANAS EN Ha (C=.85)

A3: AREAS RESIDENCIALES EN Ha (C=.50)

A4: AREAS NO PAVIMENTADAS EN Ha (C=.20)

tc: TIEMPO DE CONCENTRACION (minutos) i: PENDIENTE

I: INTENSIDAD DE LLUVIA (mm/h) n: N. DE MANNING

Q25: CAUDAL DE AGUAS PLUVIALES (m3/s) L: LONGITUD (m)

Qr: CAUDAL DE AGUAS RESIDUALES (l/s) D: DIAMETRO (mm)

Colector	A ₁	A ₂	A ₃	A ₄	i	n	L	tc	I	Q ₂₅	Q _r	D
1	0.4	0	0	0	0.02	0.01	165	5.9	147.6	0.176	0	500
2	0.3	0.1	0	0	0.02	0.01	188	6.1	147.6	0.159	0	500

Los colectores recorrerán, por tanto, toda la longitud de las sub-cuencas, serán de PVC y acabarán ambos por separado en el colector que pasa por la carretera de la Pedrera.

Para el correcto dimensionamiento y diseño de las acometidas se observará la “Normativa para Obras de Saneamiento de la Ciudad de Valencia”, en la que se especifica claramente la tipología de acometida necesaria:

CARACTERÍSTICAS DE LAS ACOMETIDAS.

Las acometidas pueden ser de aguas residuales o pluviales, sus características son las siguientes:

Acometidas	Material	D _{min} interior aproximado (mm)
Acometidas domiciliarias para aguas residuales	PEAD corrugado	272
Acometidas para aguas pluviales (imbornales y sumideros)	PEAD corrugado	218

Las conducciones de las acometidas o albañales se protegerán en todo momento con hormigón de resistencia a compresión simple mínima de 10 MPa.

En caso que la altura de recubrimiento (Hr), definida en el punto 3.3., sea inferior a 0,5 m, se dispondrá relleno de hormigón de resistencia a compresión simple mínima 10 MPa en toda la Zanja.

Por el contrario, en caso que la altura de recubrimiento (Hr), sea superior a 0,5 m, el conducto se protegerá disponiendo hormigón de resistencia a compresión simple mínima 10 MPa hasta 15 cm por encima de la clave de la conducción, para a continuación disponer relleno granular adecuado.

En los casos en los que las acometidas de saneamiento entronquen con pozos de registro ejecutados con obra de fábrica, la unión se resolverá realizando una unión encolada.

El material empleado en este tipo de conducciones presentará una rigidez circunferencial igual a 4 kN/m.

Debido a la gran longitud de ambos colectores, deberemos disponer de los correspondientes pozos de registro cada 25 m además de en las acometidas al colector principal que recorre por debajo de la carretera de la Pedrera.

Para mayor definición de los pozos de registro y de las acometidas ver documento planos.

Los colectores se verán alimentados de las aguas pluviales por medio de los respectivos imbornales y sumideros, colocados conforme a la “Normativa para Obras de Saneamiento de la Ciudad de Valencia” que dispone su colocación de forma precisa:

Las obras de recogida de aguas pluviales, se situarán en aquellos puntos de la calzada o vial que permitan interceptar de la forma más rápida y eficientemente las aguas pluviales de escorrentía. En las calzadas con pendiente transversal hacia las aceras, se colocarán junto al bordillo, lo cual corresponde a la zona de entrada de autobuses urbanos; y en las calzadas con pendiente hacia el eje del vial, se colocarán en el centro o en el punto que corresponda, este es el caso de la entrada y salida de autobuses interurbanos. En todo caso se dispondrá una rigola continua con una pendiente transversal mínima del 10% para conducir la escorrentía superficial hacia los imbornales.

Las bocas de imbornal estarán siempre protegidas mediante rejillas de fundición practicables. Véase documento planos.

Por aplicación de las capacidades de absorción de los imbornales colocados a las superficies objeto de drenaje, se obtienen las distancias entre bocas de imbornal.

En el caso de la nueva estación de ferrocarril y autobús de Denia se colocarán sumideros rectangulares medianos. Véase documento planos.

Se establecen diferentes distancias entre sumideros rectangulares, en función de su tamaño:

Sumidero rectangular	D (m)
	Distancia entre sumideros
Grande	$35 \geq D > 30$
Mediano	$30 \geq D \geq 15$

Es decir se colocarán cada 15 m en las zonas anteriormente mencionadas.