

# ANEJO Nº 11. DRENAJE

## ÍNDICE

<b>11. ANEJO N° 11. DRENAJE.....</b>	<b>3</b>
<b>11.1. INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>3</b>
<b>11.2. CAUDALES DE CÁLCULO UNITARIOS.....</b>	<b>3</b>
11.2.1. RECOPIACIÓN DE DATOS DE PARTIDA .....	3
11.2.1.1. Periodos de diseño.....	3
11.2.1.1. Pluviometría.....	4
11.2.2. CAUDALES DE DISEÑO .....	4
11.2.2.1. Caudales unitarios.....	4
11.2.2.2. Tiempo de concentración .....	4
11.2.2.3. Intensidad de precipitación.....	4
11.2.2.4. Factor de intensidad $F_{int}$ .....	5
11.2.2.5. Coeficiente de escorrentía .....	6
11.2.2.6. Coeficiente de uniformidad .....	6
<b>11.3. DRENAJE LONGITUDINAL PROYECTADO.....</b>	<b>6</b>
11.3.1. CRITERIOS BÁSICOS EN DRENAJE SUPERFICIAL.....	6
11.3.1.1. Resguardo de la calzada.....	6
11.3.1.2. Funcionamiento hidráulico .....	7
11.3.1.3. Continuidad.....	7
11.3.1.4. Capacidad hidráulica .....	7
11.3.1.5. Velocidad media.....	7
11.3.1.6. Intersecciones y enlaces.....	8
11.3.2. DRENAJE DE LA PLATAFORMA. TIPOLOGÍA DE LOS ELEMENTOS DE DRENAJE LONGITUDINAL .....	8
11.3.2.1. Cuneta borde de calzada.....	8
11.3.2.2. Obras transversales de drenaje longitudinal (OTDLs) y pasos salvacunetas .....	9
11.3.2.3. Colector.....	9
11.3.2.4. Bordillo.....	10
11.3.2.5. Arquetas - Sumideros.....	10
11.3.3. DRENAJE DE LAS ZONAS ADYACENTES. TIPOLOGÍA DE LOS ELEMENTOS DE DRENAJE LONGITUDINAL .....	11
11.3.3.1. Cuneta trapecial .....	11
11.3.3.2. Cuneta entre taludes.....	11
11.3.4. DETERMINACIÓN DE LOS CAUDALES DE APORTACIÓN .....	11
11.3.5. COMPROBACIÓN HIDRÁULICA DE LOS ELEMENTOS DEL SISTEMA DE DRENAJE LONGITUDINAL.....	13
11.3.5.1. Elementos lineales .....	13
11.3.5.2. Elementos puntuales: Arquetas - Sumideros .....	15
<b>APÉNDICE 1. COMPROBACIONES HIDRÁULICAS .....</b>	<b>16</b>

## 11. ANEJO N° 11. DRENAJE

### 11.1. INTRODUCCIÓN

Una vez determinados los valores de la precipitación máxima obtenidos en el Anejo n°5 “Climatología e Hidrología”, en el presente Anejo se estudia la definición y dimensionamiento de la red de drenaje longitudinal, destinada a la consecución de los siguientes fines:

- Recoger el agua que caiga en la plataforma y conducirla al punto de desagüe.
- Encauzar la escorrentía de las áreas adyacentes que inciden hacia la vía evitando que se dañen los taludes.

El primer grupo de elementos se definirá en este anejo como “Drenaje de la Plataforma” y el segundo como “Drenaje de las Áreas Adyacentes”.

En primer lugar se determinan los caudales de aportación, que servirán de base para dimensionamiento hidráulico de los elementos que componen la red de drenaje y posteriormente se realiza la justificación de los elementos proyectados y se describe su tipología.

El agua de lluvia tiene una incidencia directa sobre la propia calzada produciendo, entre otros, los siguientes efectos negativos:

- Reducción del coeficiente de rozamiento entre el vehículo y la calzada, debido a la escorrentía que circula sobre la plataforma.
- Merma de las características resistentes del firme y explanación por filtración del agua.

El objeto de este Anejo es establecer las tipologías de los elementos que conformarán la red de drenaje longitudinal. Los sistemas de drenaje longitudinal pueden dividirse en dos grandes grupos según su función:

- Recoger el agua que caiga en la plataforma de la traza y conducirla al punto de desagüe.
- Encauzar la escorrentía de las áreas adyacentes que inciden hacia la vía evitando que se dañen los taludes.

En el diseño de la red de drenaje longitudinal se procurará que la esta red recoja directamente los flujos de agua infiltrada a través del firme, cuando la tipología de los elementos de la plataforma no permita este desagüe directo, se proyectan los elementos oportunos de drenaje subterráneo.

El diseño de la red de drenaje de plataforma y márgenes se aborda conforme a la sistemática que a continuación se refiere:

- Cálculo de caudales unitarios, y asignación a los distintos elementos de la red de drenaje.
- Definición de las cuencas secundarias y las redes de drenaje, especificando sus nudos y tramos lineales.
- Elección de la tipología de los elementos que conforman la red de drenaje.
- Dimensionamiento hidráulico de los elementos.

### 11.2. CAUDALES DE CÁLCULO UNITARIOS

#### 11.2.1. RECOPIACIÓN DE DATOS DE PARTIDA

Se detallan a continuación las normas y publicaciones que se consideran de aplicación para el diseño del drenaje:

- Norma 5.2-IC “Drenaje Superficial”, aprobada mediante Orden FOM/298/2016, de 15 de febrero y publicada en el jueves 10 de marzo de 2016, en el Boletín Oficial del Estado.
- Orden Circular 17/2003 “Recomendaciones para el proyecto y Construcción del drenaje subterráneo en obras de carretera”, de 23 de diciembre de 2003.

#### 11.2.1.1. Periodos de diseño

Según indica la Norma 5.2-IC “Drenaje Superficial”, la selección del caudal de referencia para el que debe proyectarse un elemento del drenaje superficial está relacionada con la frecuencia de su aparición, que se puede definir por su periodo de retorno, así cuando mayor será su periodo de retorno, mayor será el caudal.

El periodo de retorno empleado para el cálculo de caudales de aportación desde la red de drenaje longitudinal se ha determinado según lo establecido en el apartado 1.3. “Periodo de Retorno y Caudal de Proyecto” de la Norma 5.2-IC, que a continuación se adjunta:

Tipo de elemento de drenaje	Periodo de retorno
- Elementos del drenaje superficial de plataforma y márgenes	25 años
- Elementos del drenaje superficial de plataforma y márgenes con bombeo	50 años
- Paso inferior con dificultad para desaguar por gravedad	100 años
- Obras de drenaje transversal	>100 años

Por tanto, se tomará como caudal de diseño el correspondiente a 25 años, ya que el drenaje longitudinal se realiza en todo caso mediante gravedad.

### 11.2.1.1. Pluviometría

Según lo indicado anteriormente, el periodo de retorno adoptado para el diseño de los elementos de drenaje longitudinal es de 25 años. La precipitación considerada para este periodo de retorno en la zona objeto de estudio se encuentra desarrollado en el estudio hidrológico incluido en el Anejo n°5, *Climatología e Hidrología*.

Según se detalla en dicho documento, la estación meteorológica más cercana a la zona de estudio es la 1387 "A Coruña". Por lo que la precipitación máxima de cálculo corresponderá a las precipitaciones obtenidas en esta estación.

CÓDIGO	ESTACIÓN	Precipitación de cálculo (mm/día)					
		2 años	5 años	10 años	25 años	100 años	500 años
1387	A CORUÑA	45.89	68.44	83.38	102.25	162.25	45.89

### 11.2.2. CAUDALES DE DISEÑO

En este apartado se definen los caudales de cálculo que serán utilizados para el dimensionamiento de la red de drenaje longitudinal.

Para el cálculo de los caudales de diseño se utiliza la metodología expuesto en la Norma 5.2-IC "Drenaje Superficial", teniendo en cuenta que el trazado proyectado no intercepta ninguna cuenca secundaria, por tanto en este apartado, se determinan los caudales unitarios (por metro cuadrado) generados en la plataforma y en las áreas adyacentes. Se definirán los caudales de diseño multiplicando los caudales unitarios por la superficie que genera el caudal que debe recoger el elemento lineal.

#### 11.2.2.1. Caudales unitarios

Para realizar el cálculo de los aportes de agua, se emplea el método racional expuesto en la Norma 5.2-IC "Drenaje Superficial", así el caudal máximo anual  $Q_{25 \text{ años}}$ , correspondiente a un periodo de retorno 25 años, se calcula mediante la siguiente fórmula:

$$Q_{25 \text{ años}} = \frac{I(T, t_c) \times C \times A \times K_T}{3,6}$$

Donde:

- $Q_{25 \text{ años}}$  [m<sup>3</sup>/s] Caudal máximo anual correspondiente al periodo de retorno T, en el punto de desagüe de la cuenca
- $I(25 \text{ años}, t_c)$  [mm/h] Intensidad de precipitación correspondiente al período de retorno considerado 25 años, para una duración de aguacero igual al tiempo de concentración  $t_c$ .

- C [adimensional] Coeficiente medio de escorrentía de la cuenca o superficie considerada.
- A [km<sup>2</sup>] Área de la cuenca o superficie considerada.
- $K_c$  [adimensional] Coeficiente de uniformidad en la distribución temporal de la precipitación.

#### 11.2.2.2. Tiempo de concentración

En varios de los parámetros de la fórmula de cálculo de caudales mediante el método racional, interviene el parámetro  $t_c$  (tiempo de concentración), que se define como el tiempo mínimo necesario desde el comienzo del aguacero para que toda la superficie de la cuenca esté aportando escorrentía en el punto de desagüe.

Dado que no existen cuencas secundarias interceptadas por el trazado de la Modificación de la intersección, se trata el tiempo de concentración para caso de los elementos lineales proyectados en la red de drenaje longitudinal, donde la escorrentía es canalizada a través de cunetas u otros elementos lineales. Por tanto el tiempo de concentración se supone constante y con un valor igual a 5 minutos (equivalente a un recorrido del agua sobre la superficie inferior a treinta metros). Si bien es cierto que en algunos casos el agua recorre una longitud mayor, el tiempo de concentración adoptado está más del lado de la seguridad, y reduce notablemente la laboriosidad de los cálculos.

#### 11.2.2.3. Intensidad de precipitación

La intensidad de precipitación  $I(25 \text{ años}, t_c)$  correspondiente a un periodo de retorno 25 años, y a una duración de aguacero 5 minutos, a emplear en la estimación de caudales unitarios para el diseño de la red de drenaje longitudinal, por el Método Racional, se obtiene por medio de la siguiente fórmula:

$$I(T, t_c) = I_d \times F_{int}$$

Donde:

- $I_d$  [mm/h] Intensidad media diaria de precipitación corregida correspondiente al periodo de retorno 25 años.
- $F_{int}$  [adimensional] Factor de intensidad.

Por tanto, para determinar la intensidad de precipitación  $I(T, t_c)$ , es necesario determinar la intensidad media diaria de precipitación corregida ( $I_d$ ).

La intensidad media diaria de precipitación corregida ( $I_d$ ) correspondiente al periodo de retorno T, se obtiene mediante la fórmula:

$$I_d = \frac{P_d \times K_A}{24}$$

Donde:

- $P_d$  [mm] Precipitación diaria correspondiente al periodo de retorno de 25 años, que, como se indicó anteriormente, es igual a 126,44 mm.
- $K_A$  [adimensional] Factor reductor de la precipitación por área de la cuenca, que tiene en cuenta la no simultaneidad de la lluvia en toda la superficie. Se obtiene a partir de la siguiente fórmula:

$$\text{Si } A < 1 \text{ km}^2 \quad K_A = 1$$

$$\text{Si } A \geq 1 \text{ km}^2 \quad K_A = 1 - \frac{\log_{10} A}{15}$$

Siendo A, el área total de la cuenca en  $\text{km}^2$ .

Dado que las áreas de aportación son, en todo caso, inferior a  $1 \text{ km}^2$ ,  $K_A = 1$ .

#### 11.2.2.4. Factor de intensidad $F_{int}$

El factor de intensidad introduce la torrencialidad de la lluvia en el área de estudio y depende de:

- La duración del aguacero  $t$
- El periodo de retorno  $T$ , si se dispone de curvas intensidad – duración – frecuencia (IDF) aceptadas por la Dirección General de Carreteras, en un pluviógrafo situado en el entorno de la zona de estudio que pueda considerarse representativo.

Se tomará el mayor valor de los obtenidos de entre los que se indican a continuación:

$$F_{int} = \max(F_a, F_b)$$

Donde

- $F_{int}$  [adimensional] Factor de intensidad.
- $F_a$  [adimensional] Factor obtenido a partir del índice de torrencialidad ( $I_1/I_d$ )
- $F_b$  [adimensional] Factor obtenido a partir de las curvas IDF de un pluviógrafo próximo.

Dado que no se disponen de curvas IDF aceptadas por la Dirección General de Carreteras, el valor a aplicar será el  $F_a$  obtenido a partir del índice de torrencialidad.

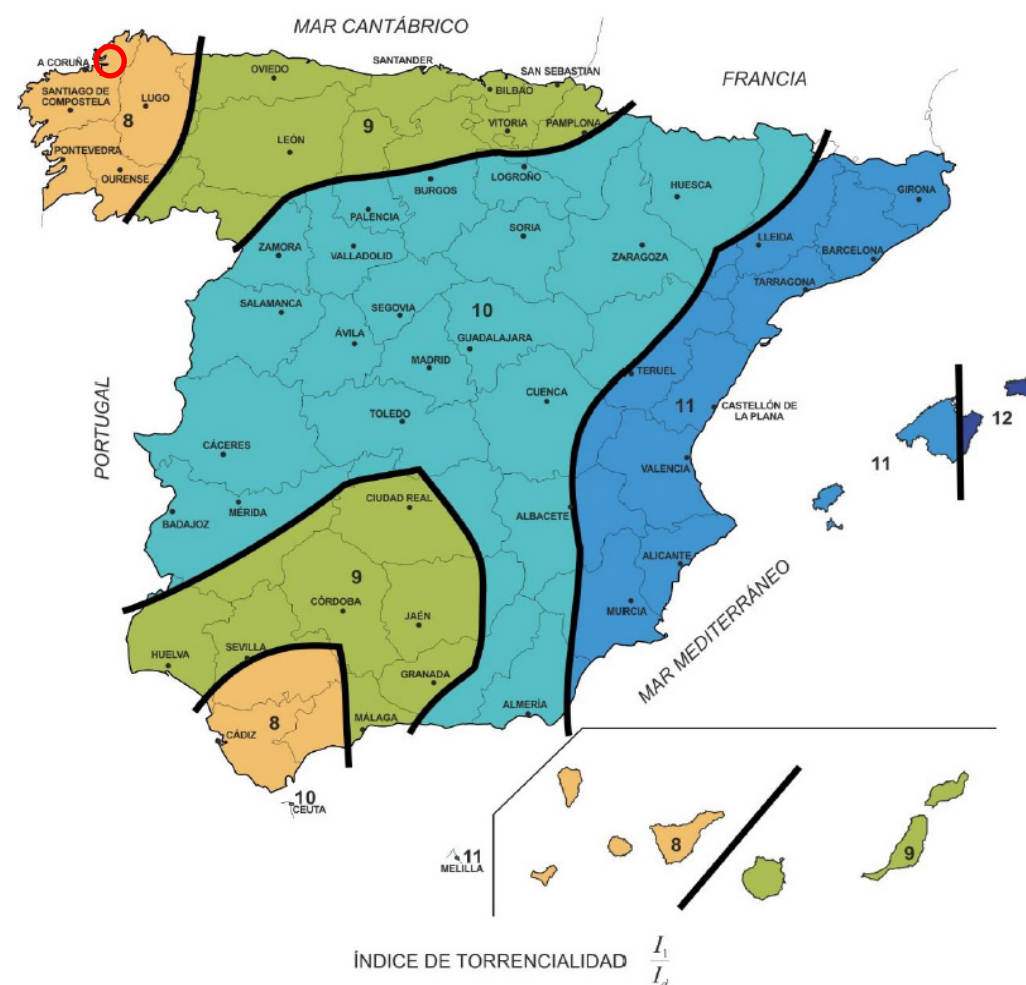
El factor de intensidad  $F_a$  se obtiene según la siguiente expresión:

$$F_a = \left( \frac{I_1}{I_d} \right)^{3.5287 - 2.5287 \times t^{0.1}}$$

Donde:

- $I_1/I_d$  [adimensional] Índice de torrencialidad, representado en la figura 2.4 de la Norma 5.2-IC “Drenaje Superficial”, que expresa la relación entre la intensidad de precipitación horaria y la media diaria corregida. Su valor se determina en función de la zona geográfica.

- $t$  [horas] Duración del aguacero, para la obtención del factor  $F_a$  se particulariza la expresión para un tiempo de duración del aguacero igual al tiempo de concentración ( $t = t_c$ )



Mapa del Índice de Torrencialidad ( $I_1/I_d$ ) s/ Norma 5.2-IC “Drenaje Superficial”

La zona de estudio se sitúa en la región de índice de torrencialidad  $I_1/I_d = 8$

### 11.2.2.5. Coeficiente de escorrentía

El coeficiente de escorrentía representa la porción de precipitación que se convierte en caudal, es decir, la relación entre el volumen de escorrentía superficial y el de precipitación. El coeficiente de escorrentía varía de acuerdo a la magnitud de la lluvia y particularmente con las condiciones fisiográficas del terreno donde se genere la escorrentía (cobertura vegetal, pendientes, tipo de suelo), por lo que su determinación es aproximada.

En el drenaje longitudinal existen dos superficies principales donde se genera escorrentía: las superficies pavimentadas (calzadas, arcnos, bermas y cunetas) y los taludes y zonas adyacentes a la infraestructura.

Así los coeficientes de escorrentía (C) empleados en los cálculos de drenaje longitudinal son:

- $C_{calzada} = 1 \rightarrow$  En Las áreas pavimentadas  
 $C_{taludes} = 0,8 \rightarrow$  En taludes y zonas adyacentes, ya que se trata de zonas con cobertura vegetal escasa o nula y con pendiente pronunciada.

### 11.2.2.6. Coeficiente de uniformidad

El coeficiente de uniformidad intenta compensar la modificación que se produce con el aumento del tamaño de la cuenca, en la hipótesis relativo a supuesto reparto uniforme de la escorrentía dentro del intervalo del cálculo de duración igual a  $t_c$ , obteniéndose a través de la siguiente expresión:

$$K_t = 1 + \frac{t_c^{1.25}}{t_c^{1.25} + 14}$$

Aplicando la formulación expuesta, se obtiene:

ESTACIÓN PLUVIOMÉTRICA	T = 25 años
	Pd (mm)
1387 A CORUÑA	102.2

Datos de Partida	
Coeficiente de escorrentía	
Calzada	1.00
Taludes	0.80
Tiempo de concentración	
Calzada (h)	0.083
Taludes (h)	0.083
$K_T$	1.003
Pd (mm)	102.2
I1/Id	8
Fa	25.442
I(T,t <sub>c</sub> )	108.391

ZONAS PAVIMENTADAS	$K_T$	I(T,t <sub>c</sub> )	$Q_{ud}$ l/s/m <sup>2</sup>
	1.003	108.39	0.03020
	Pd 25 años	C	
102.25	1.00		

ÁREAS ADYACENTES	$K_T$	I(T,t <sub>c</sub> )	$Q_{ud}$ l/s/m <sup>2</sup>
	1.003	108.39	0.02416
	Pd 25 años	C	
102.25	0.80		

Una vez obtenido el caudal unitario por metro cuadrado, para obtener el caudal de diseño se multiplicará este caudal unitario por el área cuya escorrentía se recoge por el elemento de drenaje longitudinal diseñado, es decir, se multiplicará el caudal unitario por el ancho de la sección y la longitud de la plataforma drenada, según la siguiente fórmula:

$$Q_{longitudinal \text{ por ml plataforma (l/s/m)}} = Q_{unitario \text{ por superficie de plataforma}} \times \text{Anchura tributaria} \times \text{Longitud tributaria}$$

## 11.3. DRENAJE LONGITUDINAL PROYECTADO

En los siguientes apartados se definirá la red drenaje de la plataforma y sus márgenes, cuya finalidad será la recogida, conducción y desagüe de los caudales de escorrentía procedentes de las cuencas secundarias, definiendo como cuenca secundaria la cuneca generada por la construcción de la carretera, cuya escorrentía se vierte a sus elementos de drenaje de plataforma y márgenes.

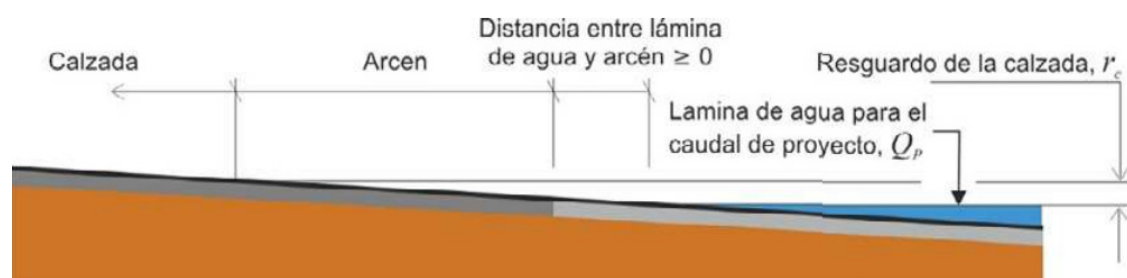
### 11.3.1. CRITERIOS BÁSICOS EN DRENAJE SUPERFICIAL

#### 11.3.1.1. Resguardo de la calzada

El resguardo de la calzada  $r_c$  se define como la diferencia de cotas entre el punto más bajo de la calzada y la lámina de agua para el caudal de proyecto.

El drenaje de la plataforma y márgenes debe permitir la recogida, conducción y evacuación de las aguas, cumpliendo:

- Un resguardo de la calzada mayor o igual a 5 cm, si bien se podrá justificar la adopción de un valor menor.
- Que la lámina de agua no alcance el arcén.



### 11.3.1.2. Funcionamiento hidráulico

Las redes de drenaje de la plataforma se diseñan para dar servicio únicamente a la carretera.

En la red de drenaje de la plataforma se procura que las superficies pavimentadas de la plataforma no reciban otras aguas que las de precipitación que inciden directamente sobre ellas, transformándose en escorrentía superficial.

En tales circunstancias, el agua que cae sobre la plataforma escurre hacia los puntos bajos de la superficie pavimentada y sigue un recorrido según la línea de máxima pendiente en cada punto, hasta salir de la plataforma a las márgenes o a un elemento de drenaje.

Para determinar los caudales de diseño de los elementos de drenaje de la plataforma, se estudia la línea de máxima pendiente de la vía, teniendo en cuenta las variaciones de las inclinaciones de la rasante y el peralte.

### 11.3.1.3. Continuidad

El diseño de la red se realiza de manera que se garantice la continuidad geométrica e hidráulica entre los elementos que constituyen la red de drenaje, de forma que todo el caudal recogido sea conducido y evacuado en el punto de desagüe, sin que se produzcan pérdidas de caudal entre el punto y zona de captación o recogida y el lugar de desagüe.

### 11.3.1.4. Capacidad hidráulica

Las redes de drenaje diseñadas presentan capacidad hidráulica suficiente para su caudal de diseño, teniendo en cuenta las limitaciones indicadas respecto al resguardo, cuando se trate de elementos de drenaje superficial, y cuando se trate de elementos de drenaje enterrados se mantiene un porcentaje de llenado no superior al 80 %.

La Norma 5.2-IC "Drenaje superficial", en su epígrafe 3.4.5, *Comprobación hidráulica de elementos lineales*, indica que la capacidad hidráulica de los elementos lineales en régimen uniforme y en lámina libre para la sección llena sin entrada en carga, debe ser mayor que el caudal de proyecto  $Q_p$

$$Q_{CH} = \frac{J^{1/2} \times R_H^{2/3} \times S_{Max}}{n} \geq Q_p$$

Donde:

$Q_{CH}$	[m <sup>3</sup> /s]	Capacidad hidráulica de los elementos de drenaje. Caudal en régimen uniforme en lámina libre para la sección llena calculado igualando las pérdidas de carga por rozamiento con las paredes y el fondo del conducto a la pendiente longitudinal
J	[adimensional]	Pendiente geométrica del elemento lineal
$S_{MÁX}$	[m <sup>2</sup> ]	Área de la sección transversal del conducto
$R_H$	[m]	Radio hidráulico $\rightarrow R_H = S/P$
S	[m <sup>2</sup> ]	Área de la sección transversal ocupada por la corriente
P	[m]	Perímetro mojado
n	[s/m <sup>1/3</sup> ]	Coefficiente de rugosidad de Manning, dependiente del tipo de material del elemento lineal. Tomando los valores de la tabla 3.1, Coeficiente de Rugosidad <i>n</i> a utilizar en la fórmula de Manning – Strickler para conductos y cunetas, se toma 0,015 para elementos de hormigón (cunetas revestidas de hormigón, caces prefabricados y/o colectores) y 0,033 para cunetas sin revestir (sin vegetación con superficie irregular o con vegetación herbácea segada)

En elementos enterrados (como colectores o caces) pertenecientes a la red de drenaje longitudinal, se tienen en cuenta las siguientes consideraciones:

- El diámetro mínimo será 400 mm, salvo en las conexiones entre sumideros y colectores.
- Cuando la pendiente longitudinal sea superior al cuatro por ciento ( $J > 4\%$ ), se deberá comprobar que las condiciones de entrada y salida al colector sean compatibles con el funcionamiento supuesto (control a la entrada), de forma análogo a las ODTs.
- La línea de energía se encuentra por debajo y a cierta distancia de otros elementos:
  - o A más de 30 cm del plano inferior de tapas de arquetas, pozos, rejillas y sumideros
  - o A más de 20 cm de la generatriz inferior de los drenes y otros elementos de drenaje subterráneo que puedan desaguar en la misma arqueta o pozo.

### 11.3.1.5. Velocidad media

La velocidad media del agua para el caudal de proyecto, debe ser menor que la que produce daños en el elemento de drenaje longitudinal, en función de su material constitutivo, así:

$$V_p = \frac{Q_p}{S_p} \leq V_{max}$$

Donde:

- $V_p$  [m/s] Velocidad media de la corriente para el caudal de proyecto
- $S_p$  [m<sup>2</sup>] Área de la sección transversal ocupada por la corriente para el caudal de proyecto
- $V_{max}$  [m/s] Caudal de proyecto del elemento de drenaje

Siguiendo lo expuesto en la Norma 5.2-IC "Drenaje Superficial", en la tabla 3.2. Velocidad máxima del agua, la velocidad máxima en superficies de hormigón se toma como 6 m/s.

**11.3.1.6. Intersecciones y enlaces**

El drenaje de estas superficies de proyecta de tal manera que se evite verter al tronco de la carretera, mediante una adecuada disposición de las pendientes y definición de sumideros.

En cuanto al drenaje de las zonas no destinadas a la circulación de los vehículos (cebreados, isletas, interior de glorietas) se ha analizado conjuntamente con el de las calzadas.

**11.3.2. DRENAJE DE LA PLATAFORMA. TIPOLOGÍA DE LOS ELEMENTOS DE DRENAJE LONGITUDINAL.**

El sistema de drenaje longitudinal se define para evitar los elementos negativos que el agua de lluvia produce sobre la calzada (reducción de coeficiente de rozamiento y de las características resistentes del firme y explanación).

Los elementos que conforman se diseñan, generalmente, con la misma pendiente longitudinal que la rasante, salvo que sea necesario modificar dicha pendiente para mejorar la capacidad de desagüe.

La cota inferior del vértice de las cunetas adosadas a la plataforma se dispone 20 ó 30 cm por debajo del borde inferior de la berma (según el tipo de cuneta).

En el documento nº2 Planos del Proyecto, se incluye una colección de planta donde se representa la ubicación de los elementos de drenaje que componen la red de drenaje longitudinal y el sentido de circulación del agua junto con el trazado.

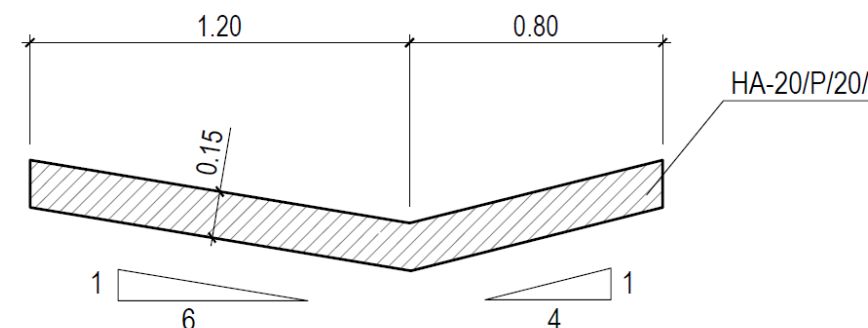
En el dimensionamiento de la red de drenaje longitudinal, se siguen las indicaciones expuestas en el capítulo 3, Drenaje de la plataforma y márgenes, de la Instrucción 5.2-IC "Drenaje Superficial".

Se procura interferir lo mínimo posible en la red existente y utilizando las conducciones existentes de pluviales para el desagüe de la red proyectada, cuando que no es posible desaguar al terreno natural.

**11.3.2.1. Cuneta borde de calzada**

Se diseña la cuneta de borde de calzada o cuneta lateral con una sección triangular de 0,20 m de calado y 2,00 m de ancho. Sus taludes son asimétricos con 6H:1V en la zona interior y 4H:1V en la zona exterior. Se diseña esta cuneta revestida con 15 cm de hormigón de HM-20.

**CUNETA BORDE CALZADA**



De acuerdo con la Orden FOM/3317/2010, de 17 de diciembre por la que se aprueba la Instrucción sobre las medidas específicas para la mejora de la eficiencia en la ejecución de las obras públicas de infraestructuras, se ha procurado aprovechar al máximo la red existente siempre que esta funcione correctamente. En este sentido, se ha valorado la limpieza y adecuación de las cunetas en los tramos en los que se mantiene.

La ubicación de las cunetas diseñadas y existentes se encuentra representada en la colección 7.1., Planta de drenaje, incluida en el Documento nº2, Planos.

El dimensionamiento de estas cunetas se realiza a partir de la fórmula de Manning con un coeficiente de rugosidad de 0,015 correspondiente al hormigón, teniendo en cuenta en cada caso, los caudales circundantes y las pendientes disponibles.

Los cálculos hidráulicos de velocidad y capacidad máxima asociados a estas cunetas, así como la longitud máxima que soporta sin agotarse, se presentan en las tablas incluidas en las siguientes páginas, teniendo en cuenta el rango de pendientes entre 0,1% – 5,0 %.

Pendiente longitudinal (%)	Caudal (m <sup>3</sup> /s)	Velocidad (m/s)	Área mojada (m <sup>2</sup> )	Perímetro mojado(m)
0,1	0,0896	0,4481	0,2	2,04
0,3	0,1552	0,7761	0,2	2,04
0,5	0,2004	1,0019	0,2	2,04
0,7	0,2371	1,1855	0,2	2,04
0,9	0,2688	1,3442	0,2	2,04
1,1	0,2972	1,4861	0,2	2,04
1,3	0,3231	1,6155	0,2	2,04
1,5	0,3471	1,7354	0,2	2,04
1,7	0,3695	1,8474	0,2	2,04
1,9	0,3906	1,9531	0,2	2,04
2,1	0,4107	2,0533	0,2	2,04



Pendiente longitudinal (%)	Caudal (m³/s)	Velocidad (m/s)	Área mojada (m²)	Perímetro mojado(m)
2,3	0,4298	2,1489	0,2	2,04
2,5	0,4481	2,2403	0,2	2,04
2,7	0,4656	2,3282	0,2	2,04
2,9	0,4826	2,4129	0,2	2,04
3,1	0,4989	2,4947	0,2	2,04
3,3	0,5148	2,5739	0,2	2,04
3,5	0,5302	2,6508	0,2	2,04
3,7	0,5451	2,7255	0,2	2,04
3,9	0,5596	2,7982	0,2	2,04
4,1	0,5738	2,8690	0,2	2,04
4,3	0,5876	2,9382	0,2	2,04
4,5	0,6011	3,0057	0,2	2,04
4,7	0,6144	3,0718	0,2	2,04
4,9	0,6273	3,1365	0,2	2,04

Siguiendo la normativa vigente, se estudian los criterios expuestos en la Norma 5.2-IC “Drenaje Superficial” en su epígrafe 3.2.2., *Resguardos de la calzada*, es que indica que:

- El resguardo de la lámina de agua respecto a la calzada será mayor o igual a 5 centímetros.
- La lámina de agua no debe alcanzar el arcén.

Para la determinación de los caudales que recogerán estas cunetas, se parte de los caudales unitarios obtenidos en apartados interiores, y del análisis de las leyes de peraltes y pendientes de los ejes, se determina el área de aportación.

### 11.3.2.2. Obras transversales de drenaje longitudinal (OTDLs) y pasos salvacunetas

Cuando es necesario salvar la continuidad de una cuneta bajo viales de importancia reducida, se dispondrán pasos salvacunetas consistentes en tubo de hormigón armado de 0,60 m de diámetro.

Estos elementos desaguarán la escorrentía procedente de la cuneta lateral o de los colectores proyectados, al terreno natural o a otro elemento de desagüe.

La ubicación estas obras, se encuentran representados en la colección 7.1., *Planta de drenaje*, incluida en el Documento nº2, *Planos*.

### 11.3.2.3. Colector

Se proyectan colectores al borde de la calzada que recogerán la escorrentía creada en la plataforma de la Avenida. Estos elementos subterráneos mantendrán una pendiente longitudinal similar a la pendiente de la traza, con funcionamiento hidráulico por gravedad en lámina libre. Por tanto para su disposición se parte de los puntos altos y puntos bajos de los ejes de trazado a los que irán asociados. El punto final de desagüe serán OTDLs que desagüen al terreno natural y excepcionalmente se definen conexiones con la red de drenaje de pluviales.

El caudal de los colectores se recogerá a través de sumideros, que verterán al colector a través de una arqueta de conexión con el colector. Se definen pozos de registro en los quiebrós y cada 50 metros (como máximo), establecidos por criterios de conservación y limpieza.

El diámetro mínimo de los colectores es 400 mm, siguiendo lo establecido en la Norma 5.2-IC, *Drenaje Superficial*.

Según lo indicado, se parte del punto alto situado en la Avenida, que respecto a la calzada izquierda, se sitúa en el p.k. 0+600 del eje 11, Tronco calzada izquierda (sentido A Coruña).

En la margen Este se proyectan los siguientes colectores:

- Colector 01 Margen Este: Se trata de un colector de 400 mm de diámetro. Inicia el p.k. 0+600 del Eje 11, y finaliza en la confluencia del ele 55, Ramal 5 enlace autopista Atlántico – AC11 (vial que proviene desde la Rúa Ginebra). Este colector se desagua en la OTDL 08, que a su vez desaguará al terreno.
- Colector 02 Margen Este: Se trata de un colector de 400 mm de diámetro. Inicia el p.k. 1+140 del Eje 11, y en el p.k. 1+220 del mismo eje, donde la plataforma se sitúa en terraplén, por lo que el desagua se realizará mediante una bajante que a su vez desaguará en el terreno.
- Colector 05 Margen Este: Se trata de un colector de 400 mm de diámetro. Inicia el p.k. 1+375 del Eje 11, y en el p.k. 1+600 del mismo eje, donde la plataforma se sitúa en terraplén, por lo que el desagua se realizará mediante la OTDL 05, que se sitúa bajo la senda, y que a su vez desaguará al terreno.
- Colector 06 Margen Este: Se trata de un colector de 400 mm de diámetro. Inicia en el p.k. 1+640 del eje 11 y finaliza en el p.k. 0+075 del eje 24 (Ramal 4 – Enlace AC-10), donde se sitúa el punto bajo del eje. Desagua en la OTDL 04, que a su vez desagua en el Colector 08 Margen Este, que finalmente conecta con el sistema unitario de drenaje existente.

- Colector 07 Margen Este: Se trata de un colector de 400 mm de diámetro. Inicia en el p.k. 0+110 del eje 11 y finaliza en el p.k. 0+075 del eje 24 (Ramal 4 – Enlace AC-10), donde se sitúa el punto bajo del eje. Desagua en la OTDL 04, que a su vez desagua en el Colector 08 Margen Este, que finalmente conecta con el sistema unitario de drenaje existente.
- Colector 08 Margen Este: Se trata de un colector de 400 mm de diámetro. Inicia en el p.k. 1+770, recogiendo la escorrentía transportada por la OTDL 04. El caudal transportado por este colector desagua en la red unitaria de drenaje existente.

En la margen Oeste, sentido Puente Pasaje AP-9 se proyectan los siguientes colectores:

- Colector 01 Margen Oeste: Se trata de un colector de 400 mm de diámetro. Inicia en el p.k. 0+000, del Eje 2 del tronco de calzada derecha, hasta el p.k. 0+190, donde se define la conexión con la red de drenaje existente.
- Colector 02 Margen Oeste: Se trata de un colector de 400 mm de diámetro. Inicia en el p.k. 0+000, del Eje 2 del tronco de calzada derecha, y finaliza en el p.k. 1+440 del eje 1, donde desagua en la OTDL 08, que a su vez desagua al terreno.
- Colector 03 Margen Oeste: Se trata de un colector de 400 mm de diámetro. Inicia en el p.k. 1+440 del eje 1. En el p.k. 1+130, el colector tiene un porcentaje de llenado próximo al 70%, por lo que se desagua al Colector Margen Oeste 04, colector de 500 mm de diámetro.
- Colector 04 Margen Oeste: Se trata de un colector de 500 mm de diámetro. Inicia en el p.k. 1+130 y finaliza en el p.k. 0+515 (Eje 1) donde el colector tiene un porcentaje de llenado próximo al 80%, por lo que se desagua al Colector Margen Oeste 0, colector de 600 mm de diámetro.
- Colector 05 Margen Oeste: Se trata de un colector de 600 mm de diámetro. Inicia en el p.k. 0+515 (Eje 1) y finaliza en el p.k. 0+320 donde el colector conecta con la red de drenaje existente.

#### 11.3.2.4. Bordillo

Para evitar que las aguas precipitadas sobre la calzada escurran incontroladamente por el terraplén, se proyecta bordillo montable que canaliza el agua hasta los sumideros o cunetas proyectados.

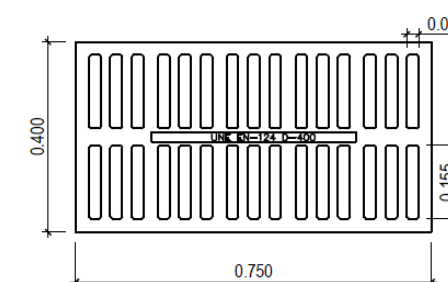
El bordillo montable, de altura 7 cm, se coloca lo más alejado posible de la zona de circulación y del borde de la capa de rodadura, teniendo en cuenta que el fondo del caz debe estar revestido o pavimentado.

#### 11.3.2.5. Arquetas - Sumideros

Las arquetas son elementos de conexión y registro de colectores y conexión de elementos superficiales, como cunetas o caces con obras transversales de drenaje longitudinal.

Las arquetas definidas en el Proyecto, se proyectan para desagüe de cunetas a colectores, presentan una planta rectangular y adaptan la forma de sus paredes a la sección de la cuneta lateral que desagua en ellas. Las arquetas estarán tapadas con rejillas metálicas.

En el diseño de estos sumideros, se tiene en cuenta la seguridad de la circulación y el peligro de su obstrucción por la suciedad procedente de la plataforma. Por ello se proyectan sumideros rectangulares de 750 mm x 400 mm (perímetro 2300 mm) que se disponen embebido en la capa de rodadura del firme.



Las barras de la rejilla que acompaña a estos sumideros se colocarán en dirección de la corriente.

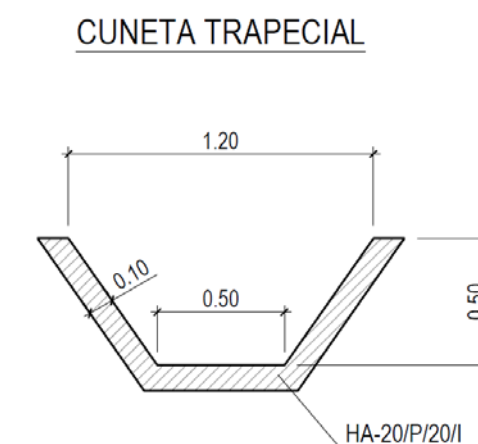
Para evitar perturbar la circulación, estos sumideros:

- Se disponen al borde de la plataforma
- Su superficie será regular y se deberá cuidar el acabado del firme y zonas contiguas, evitando que el agua pase al lado del sumidero sin entrar en él.
- No constituirá un peligro para los vehículos de dos ruedas: la anchura libre del sumidero no excede de 4 cm, y la separación entre barras de rejillas se atenderá a la Norma 41-300 (UNE - EN 14, *Dispositivos de cubrimiento y cierre para zonas de circulación utilizadas por peatones y vehículos*), apartado 7.9, *Dimensiones de los intervalos entre los barrotos de las rejillas*.
- La rejilla será difícilmente movable y tendrá buen asiento, la resistencia mínima para soportar los vehículos que pasen sobre ella (Norma UNE 41-300 [EN] Apartado 8, *Ensayos*) será D400 debido a la existencia próxima de áreas por las que circulan vehículos de gran tonelaje. Esta indicación se recoge en el Documento nº2, *Planos* y en el Documento nº4, *Presupuesto*.
- Para evitar la formación de balsas en los puntos bajos si los sumideros se obstruyeran, deberá disponerse otro sumidero aguas arriba a unos 5 cm por encima de ellos.

### 11.3.3. DRENAJE DE LAS ZONAS ADYACENTES. TIPOLOGÍA DE LOS ELEMENTOS DE DRENAJE LONGITUDINAL.

#### 11.3.3.1. Cuneta trapezoidal

Para el drenaje de las zonas adyacentes se proyecta una cuneta trapezoidal situada a 1 metro del pie terraplén exterior de las sendas. Esta cuneta recogerá la escorrentía de las zonas verdes. Esta cuneta tiene una sección trapezoidal, con una base superior de 1,20 m un calado de 0,50 m; según se representa en la siguiente figura:



#### 11.3.3.2. Cuneta entre taludes

En la intersección de taludes de los ejes correspondientes a la remodelación de la Avenida de Alfonso de Molina y los correspondientes a las sendas peatonales, se proyecta el revestimiento de los mismos mediante 15 cm de hormigón en masa HM-20 hasta una altura de 20 cm, de forma que la escorrentía que reciban no se infiltre en el terraplén, si no que discurra hacia el terreno natural.

#### 11.3.4. DETERMINACIÓN DE LOS CAUDALES DE APORTACIÓN

En base a las leyes de peraltes y pendientes longitudinales, así como a los anchos de la calzada y terraplén definidos en el trazado de esta actuación, se definen los caudales de aportación que los elementos del sistema de drenaje longitudinal proyectados deberán desaguar.

En la siguiente tabla se exponen los caudales de aportación determinados:

Elemento	Longitud	Áreas				Caudal desagüe		Aportaciones		Desagua en	
		Calzada		Taludes				Elemento	Caudal aportado		Caudal desagüe
		Ancho	Área	Ancho	Área	m3/s	m3/s				
(m)	(m)	(m2)	(m)	(m2)	l/s	m3/s		m3/s			
Cuneta BC 01	30.00	22.00	660.00	5.00	150.00	23.56	0.0236	-	-	0.0236	Conexión drenaje existente
Cuneta BC 02	60.00	15.00	900.00	10.00	600.00	41.68	0.0417	-	-	0.0417	Colector PI 01
Cuneta BC 03	55.00	15.00	825.00	10.00	550.00	38.20	0.0382	-	-	0.0382	Conexión drenaje existente
Cuneta BC 04	70.00	15.00	1 050.00	10.00	700.00	48.62	0.0486	-	-	0.0486	OTDL 07
Cuneta BC 05	120.00	6.00	720.00	2.00	240.00	27.54	0.0275	-	-	0.0275	Conexión drenaje existente
Cuneta BC 06	620.00	25.00	15 500.00	2.00	1 240.00	498.06	0.4981	-	-	0.4981	Conexión drenaje existente
Cuneta BC 07	125.00	25.00	3 125.00	2.00	250.00	100.42	0.1004	-	-	0.1004	Conexión drenaje existente
Cuneta BC 08	110.00	15.00	1 650.00	5.00	550.00	63.12	0.0631	-	-	0.0631	Conexión drenaje existente
Cuneta BC 09	135.00	25.00	3 375.00	2.00	270.00	108.45	0.1084	-	-	0.1084	Conexión drenaje existente

Elemento	Longitud	Áreas				Caudal desagüe		Aportaciones		Desagua en	
		Calzada		Taludes				Elemento	Caudal aportado		Caudal desagüe
		Ancho	Área	Ancho	Área	m3/s	m3/s				
(m)	(m)	(m2)	(m)	(m2)	l/s	m3/s		m3/s			
Colector M.E. 01	70.00	24.00	1 680.00	10.00	700.00	67.65	0.0676			0.0676	OTDL 08
Colector M.E. 02	75.00	24.00	1 800.00	10.00	750.00	72.48	0.0725			0.0725	OTDL 08
Colector M.E. 03	40.00	10.00	400.00	5.00	200.00	16.91	0.0169			0.0169	Bajante - Terreno natural
Colector M.E. 04	60.00	10.00	600.00	5.00	300.00	25.37	0.0254			0.0254	OTDL 05
Colector M.E. 05	220.00	25.00	5 500.00	5.00	1 100.00	192.68	0.1927			0.1927	OTDL 06
Colector M.E. 06	140.00	25.00	3 500.00	5.00	700.00	122.61	0.1226			0.1226	OTDL 04 / COL ME 08
Colector M.E. 07	40.00	25.00	1 000.00	5.00	200.00	35.03	0.0350			0.0350	OTDL 04 / COL ME 08
Colector M.E. 08	50.00	25.00	1 250.00	5.00	250.00	43.79	0.0438	OTDL 04	0.1576	0.2014	Conexión con drenaje existente
Colector M.O. 01	130.00	12.00	1 560.00	5.00	650.00	62.82	0.0628			0.0628	Conexión con drenaje existente
Colector M.O. 02	70.00	20.75	1 452.50	5.00	350.00	52.32	0.0523			0.0523	OTDL 08
Colector M.O. 03	420.00	20.75	8 715.00	5.00	2 100.00	313.93	0.3139			0.3139	COLECTOR M.O. 03
Colector M.O. 04	510.00	24.50	12 495.00	5.00	2 550.00	438.96	0.4390	Colector M.O. 03	0.3139	0.7529	COLECTOR M.O. 05 (S1)
Colector M.O. 05	200.00	20.50	4 100.00	5.00	1 000.00	147.98	0.1480	Colector M.O. 04	0.7529	0.9009	Conexión con drenaje existente

## 11.3.5. COMPROBACIÓN HIDRÁULICA DE LOS ELEMENTOS DEL SISTEMA DE DRENAJE LONGITUDINAL

**11.3.5.1. Elementos lineales**

Para realizar la comprobación hidráulica de la capacidad de los elementos lineales de drenaje longitudinal, se utiliza la fórmula de Manning – Strickler que resultará:

$$Q = \left[ \left( \frac{1}{n} \times A \times R_h^{\frac{2}{3}} \right) \right] \times i^{\frac{1}{2}}$$

Dónde:

- Q (m<sup>3</sup>/s): caudal.
- Rh (m): radio hidráulico del elemento de drenaje considerado
- i (m/m): pendiente del elemento de drenaje considerado.
- n (m<sup>-1/3</sup>.s): coeficiente de rugosidad de Manning. Se ha considerado un coeficiente de Manning de n=0,015 para los elementos de drenaje longitudinal construidos con hormigón y de 0.032 para las cunetas en tierras.

Para la comprobación hidráulica de todos los elementos de drenaje longitudinal se utilizan hojas Excel de elaboración propia que aplican la fórmula anteriormente explicada y la aplicación informática FlowMaster, donde en función del caudal y de la pendiente se aportan las variables hidráulicas que identifican el comportamiento hidráulico del elemento analizado.

A continuación, en base a las pendientes longitudinales y a los caudales determinados, se determinan las principales variables hidráulicas de los elementos de drenaje longitudinal proyectados.

El significado de las variables que figuran en las tablas es el siguiente:

- J = pendiente de la obra en m/m
- L = longitud en m
- Q = caudal que hay que desaguar en m<sup>3</sup>/s
- V = velocidad de la corriente en m/s
- Y = calado en metros para el caudal Q
- Tp = ancho de la lámina de agua (m)
- Pm = perímetro mojado (m)
- Rh = radio hidráulico (m)
- Re = Resguardo en m

## CÁLCULO HIDRÁULICO DE CUNETAS

Elemento	Longitud	Q m <sup>3</sup> /s	Pendiente media del tramo	Y (m)	v (m/s)	Tp (m)	Re (m)	Desagua en
	(m)							
Cuneta BC 01	30.00	0.0236	1.173	0.076	0.809	0.76	0.124	Conexión drenaje existente
Cuneta BC 02	60.00	0.0417	4.057	0.075	1.484	0.75	0.125	Colector PI 01
Cuneta BC 03	55.00	0.0382	0.489	0.108	0.656	1.08	0.092	Conexión drenaje existente
Cuneta BC 04	70.00	0.0486	0.241	0.135	0.535	1.35	0.065	OTDL 07
Cuneta BC 05	120.00	0.0275	1.520	0.077	0.925	0.77	0.123	Conexión drenaje existente
Cuneta BC 06	620.00	0.4981	4.521	0.186	2.873	1.9	0.014	Conexión drenaje existente
Cuneta BC 07	125.00	0.1004	0.757	0.143	0.985	1.43	0.057	Conexión drenaje existente
Cuneta BC 08	110.00	0.0631	0.860	0.117	0.920	1.17	0.083	Conexión drenaje existente
Cuneta BC 09	135.00	0.1084	3.323	0.111	1.748	1.11	0.089	Conexión drenaje existente

## CÁLCULO HIDRÁULICO DE COLECTORES

Elemento	Longitud (m)	Caudal desagüe	Pendiente media del tramo	calado	velocidad	% de llenado	Resguardo	Desagua en
		m <sup>3</sup> /s						
COLECTOR M.E. 01 (S6)*	70.00	0.0676	1.411	0.154	1.511	38.60	0.271	OTDL 08
COLECTOR M.E. 02 (S4)	75.00	0.0725	5.417	0.112	2.504	28.10	0.432	OTDL 08
COLECTOR M.E. 03	40.00	0.0169	0.577	0.095	0.744	23.66	0.123	Bajante - Terreno natural
COLECTOR M.E. 04	60.00	0.0254	1.212	0.097	1.085	24.15	0.157	OTDL 05
COLECTOR M.E. 05 (S3)	220.00	0.1927	5.595	0.188	3.312	47.09	0.748	OTDL 06
COLECTOR M.E. 06 (S1)	140.00	0.1226	2.646	0.180	2.232	45.06	0.434	OTDL 04 / COL ME 08
COLECTOR M.E. 07 (S1)	40.00	0.0350	0.040	0.317	0.327	79.34	0.323	OTDL 04 / COL ME 08
COLECTOR M.E. 08 (S1)	50.00	0.2014	2.412	0.251	2.425	62.77	0.551	Conexión con drenaje existente
COLECTOR M.O. 01 (S7)	130.00	0.0628	0.529	0.195	1.034	48.68	0.249	Conexión con drenaje existente
COLECTOR M.O. 02 (S6)	70.00	0.0523	2.013	0.123	1.601	30.66	0.253	OTDL 08
COLECTOR M.O. 03 (S6)	420.00	0.3139	4.533	0.275	3.409	68.72	0.868	COLECTOR M.O. 03
COLECTOR M.O. 04 (S3)	510.00	0.7529	5.550	0.400	4.475	79.92	1.421	COLECTOR M.O. 04
COLECTOR M.O. 05 (S1)	200.00	0.9009	3.200	0.465	3.830	77.53	1.213	Conexión con drenaje existente

\* Se indica la sección tipo que drenan (según colección de planos 06)

**11.3.5.2. Elementos puntuales: Arquetas - Sumideros**

Respecto al dimensionamiento hidráulico de estos elementos, se siguen los criterios expuestos en el apartado 4.3., *Sumideros e imbornales*, de la Instrucción 5.2-IC "Drenaje Superficial" y se determina el caudal de desagüe usando la fórmula del vertedero:

$$Q = \frac{L \cdot H^{1.5}}{60}$$

Siendo:

- H (cm): la profundidad del agua hasta el borde interior de la abertura, medida en su centro (se consideran 10 cm).
- L (cm); la anchura libre (40,0 cm en el caso del sumidero proyectado)
- Q (l/s): El caudal que desagua el sumidero

La eficacia del sumidero se ve mermada por la componente longitudinal de la corriente, por lo que la capacidad de desagüe dada por la fórmula anterior, deberá afectarse por un coeficiente igual a:

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

Dónde:

J (m/m): la pendiente longitudinal

Así, la capacidad de desagüe de cada sumidero deberá ser tal, que pueda absorber al menos el 70 por 100 del caudal de referencia que circule por la cuneta.

A continuación se adjunta una tabla en la que se indica el caudal desaguado para el rango de pendientes longitudinales existentes en Proyecto.

SUMIDERO EN CALZADA						
Perímetro (cm)	Calado (cm)	Caudal evacuado (l/s)	P (m/m)	Factor Reducción por pendiente	Caudal evacuado final (l/s)	Caudal evacuado final (m³/s)
40.00	10.00	21.08	0.000	1.00	<b>21.08</b>	<b>0.021</b>
40.00	10.00	21.08	0.005	0.93	<b>19.61</b>	<b>0.020</b>
40.00	10.00	21.08	0.010	0.87	<b>18.33</b>	<b>0.018</b>
40.00	10.00	21.08	0.015	0.82	<b>17.21</b>	<b>0.017</b>
40.00	10.00	21.08	0.020	0.77	<b>16.22</b>	<b>0.016</b>
40.00	10.00	21.08	0.025	0.73	<b>15.33</b>	<b>0.015</b>
40.00	10.00	21.08	0.030	0.69	<b>14.54</b>	<b>0.015</b>
40.00	10.00	21.08	0.035	0.66	<b>13.82</b>	<b>0.014</b>
40.00	10.00	21.08	0.040	0.63	<b>13.18</b>	<b>0.013</b>
40.00	10.00	21.08	0.045	0.60	<b>12.59</b>	<b>0.013</b>
40.00	10.00	21.08	0.050	0.57	<b>12.05</b>	<b>0.012</b>
40.00	10.00	21.08	0.055	0.55	<b>11.55</b>	<b>0.012</b>
40.00	10.00	21.08	0.060	0.53	<b>11.10</b>	<b>0.011</b>
40.00	10.00	21.08	0.065	0.51	<b>10.67</b>	<b>0.011</b>
40.00	10.00	21.08	0.070	0.49	<b>10.28</b>	<b>0.010</b>
40.00	10.00	21.08	0.075	0.47	<b>9.92</b>	<b>0.010</b>
40.00	10.00	21.08	0.080	0.45	<b>9.58</b>	<b>0.010</b>

## **APÉNDICE 1. COMPROBACIONES HIDRÁULICAS**



**MEMORIA DE VARIABLES**

*Input Data:* Datos de Entrada

*Roughness Coefficient:* Coeficiente De Rugosidad

*Channel Slope:* Pendiente Del Cauce

*Diameter:* Diámetro

*Discharge:* Caudal

*Results:* Resultados

*Normal Depth:* Calado

*Flow Área:* Área mojada

*Wetted Perimeter:* Perímetro mojado

*Hydraulic Radius:* Radio Hidráulico

*Percent Full:* Porcentaje de Llenado

*Critical Slope:* Pendiente Crítica

*Velocity:* Velocidad

*Velocity Head:* Velocidad de Entrada

*Froude Number:* Número de Froude

*Maximum Discharge:* Caudal Máximo

*Discharge Full:* Caudal Llenado

*Slope Full:* Pendiente de Llenado

*Flow Type:* Tipo de Régimen

**COLECTOR M.O. 01**
**Project Description**

Friction Method	Manning Formula
Solve For	Normal Depth

**Input Data**

Roughness Coefficient	0.015
Channel Slope	0.53000 %
Diameter	0.40 m
Discharge	0.0628 m <sup>3</sup> /s

**Results**

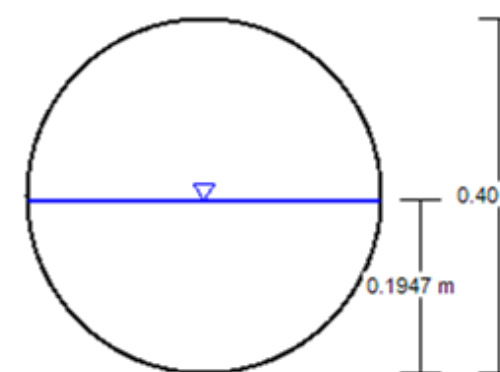
Normal Depth	0.1947 m
Flow Area	0.06 m <sup>2</sup>
Wetted Perimeter	0.62 m
Hydraulic Radius	0.0983 m
Top Width	0.40 m
Critical Depth	0.18 m
Percent Full	48.68 %
Critical Slope	0.00718 m/m
Velocity	1.0343 m/s
Velocity Head	0.05 m
Specific Energy	0.2493 m
Froude Number	0.85
Maximum Discharge	0.14 m <sup>3</sup> /s
Discharge Full	0.13 m <sup>3</sup> /s
Slope Full	0.00121 m/m
Flow Type	SubCritical

**COLECTOR M.O. 01**
**Project Description**

Friction Method	Manning Formula
Solve For	Normal Depth

**Input Data**

Roughness Coefficient	0.015
Channel Slope	0.53000 %
Normal Depth	0.1947 m
Diameter	0.40 m
Discharge	0.0628 m <sup>3</sup> /s

**Cross Section Image**


**COLECTOR M.O. 02**
**Project Description**

Friction Method	Manning Formula
Solve For	Normal Depth

**Input Data**

Roughness Coefficient	0.015
Channel Slope	2.01286 %
Diameter	0.40 m
Discharge	0.0523 m <sup>3</sup> /s

**Results**

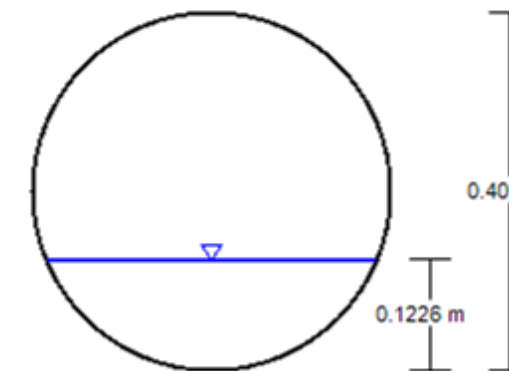
Normal Depth	0.1226 m
Flow Area	0.03 m <sup>2</sup>
Wetted Perimeter	0.47 m
Hydraulic Radius	0.0696 m
Top Width	0.37 m
Critical Depth	0.16 m
Percent Full	30.66 %
Critical Slope	0.00701 m/m
Velocity	1.6006 m/s
Velocity Head	0.13 m
Specific Energy	0.2533 m
Froude Number	1.72
Maximum Discharge	0.28 m <sup>3</sup> /s
Discharge Full	0.26 m <sup>3</sup> /s
Slope Full	0.00084 m/m
Flow Type	SuperCritical

**COLECTOR M.O. 02**
**Project Description**

Friction Method	Manning Formula
Solve For	Normal Depth

**Input Data**

Roughness Coefficient	0.015
Channel Slope	2.01286 %
Normal Depth	0.1226 m
Diameter	0.40 m
Discharge	0.0523 m <sup>3</sup> /s

**Cross Section Image**

 V: 1  
 H: 1

**COLECTOR M.O. 03**

## Project Description

Friction Method	Manning Fomula
Solve For	Normal Depth

## Input Data

Roughness Coefficient	0.015
Channel Slope	4.53000 %
Diameter	0.40 m
Discharge	0.3139 m <sup>3</sup> /s

## Results

Normal Depth	0.2749 m
Flow Area	0.09 m <sup>2</sup>
Wetted Perimeter	0.78 m
Hydraulic Radius	0.1178 m
Top Width	0.37 m
Critical Depth	0.38 m
Percent Full	68.72 %
Critical Slope	0.02615 m/m
Velocity	3.4094 m/s
Velocity Head	0.59 m
Specific Energy	0.8675 m
Froude Number	2.19
Maximum Discharge	0.41 m <sup>3</sup> /s
Discharge Full	0.38 m <sup>3</sup> /s
Slope Full	0.03025 m/m
Flow Type	SuperCritical

**COLECTOR M.O. 03**

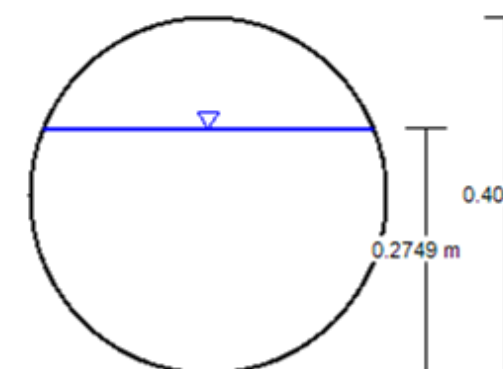
## Project Description

Friction Method	Manning Fomula
Solve For	Normal Depth

## Input Data

Roughness Coefficient	0.015
Channel Slope	4.53000 %
Normal Depth	0.2749 m
Diameter	0.40 m
Discharge	0.3139 m <sup>3</sup> /s

## Cross Section Image


 V: 1  
 H: 1

**COLECTOR M.O. 04**
**Project Description**

Friction Method	Manning Formula
Solve For	Normal Depth

**Input Data**

Roughness Coefficient	0.015
Channel Slope	5.55000 %
Diameter	0.50 m
Discharge	0.7529 m <sup>3</sup> /s

**Results**

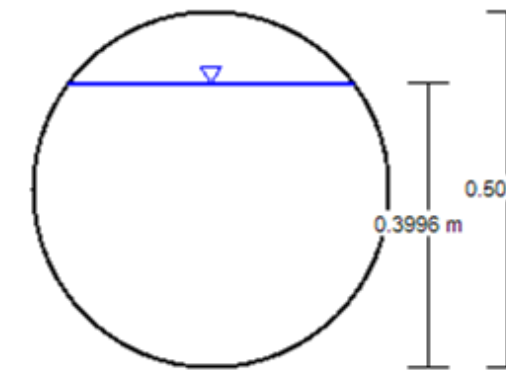
Normal Depth	0.3996 m
Flow Area	0.17 m <sup>2</sup>
Wetted Perimeter	1.11 m
Hydraulic Radius	0.1521 m
Top Width	0.40 m
Critical Depth	0.49 m
Percent Full	79.92 %
Critical Slope	0.04771 m/m
Velocity	4.4754 m/s
Velocity Head	1.02 m
Specific Energy	1.4208 m
Froude Number	2.21
Maximum Discharge	0.83 m <sup>3</sup> /s
Discharge Full	0.77 m <sup>3</sup> /s
Slope Full	0.05293 m/m
Flow Type	SuperCritical

**COLECTOR M.O. 04**
**Project Description**

Friction Method	Manning Formula
Solve For	Normal Depth

**Input Data**

Roughness Coefficient	0.015
Channel Slope	5.55000 %
Normal Depth	0.3996 m
Diameter	0.50 m
Discharge	0.7529 m <sup>3</sup> /s

**Cross Section Image**

 V: 1  
 H: 1

**COLECTOR M.O. 05**

## Project Description

Friction Method	Manning Formula
Solve For	Normal Depth

## Input Data

Roughness Coefficient	0.015
Channel Slope	3.20000 %
Diameter	0.60 m
Discharge	0.9009 m <sup>3</sup> /s

## Results

Normal Depth	0.4652 m
Flow Area	0.24 m <sup>2</sup>
Wetted Perimeter	1.29 m
Hydraulic Radius	0.1820 m
Top Width	0.50 m
Critical Depth	0.57 m
Percent Full	77.53 %
Critical Slope	0.02483 m/m
Velocity	3.8301 m/s
Velocity Head	0.75 m
Specific Energy	1.2131 m
Froude Number	1.78
Maximum Discharge	1.02 m <sup>3</sup> /s
Discharge Full	0.95 m <sup>3</sup> /s
Slope Full	0.02866 m/m
Flow Type	SuperCritical

**COLECTOR M.O. 05**

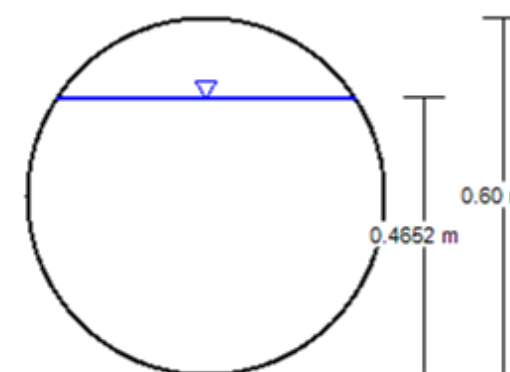
## Project Description

Friction Method	Manning Formula
Solve For	Normal Depth

## Input Data

Roughness Coefficient	0.015
Channel Slope	3.20000 %
Normal Depth	0.4652 m
Diameter	0.60 m
Discharge	0.9009 m <sup>3</sup> /s

## Cross Section Image


 V: 1  
 H: 1

**COLECTOR M.E. 01**
**Project Description**

Friction Method	Manning Fomula
Solve For	Normal Depth

**Input Data**

Roughness Coefficient	0.015
Channel Slope	1.41000 %
Diameter	0.40 m
Discharge	0.0676 m <sup>3</sup> /s

**Results**

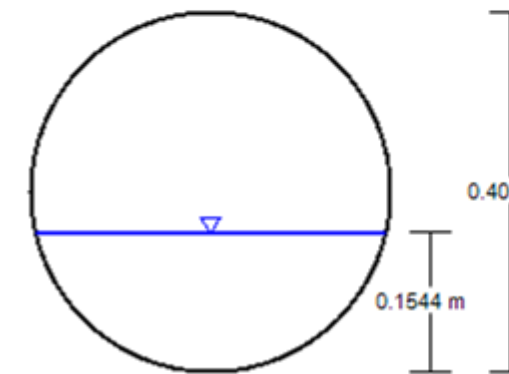
Normal Depth	0.1544 m
Flow Area	0.04 m <sup>2</sup>
Wetted Perimeter	0.54 m
Hydraulic Radius	0.0834 m
Top Width	0.39 m
Critical Depth	0.19 m
Percent Full	38.60 %
Critical Slope	0.00726 m/m
Velocity	1.5108 m/s
Velocity Head	0.12 m
Specific Energy	0.2708 m
Froude Number	1.42
Maximum Discharge	0.23 m <sup>3</sup> /s
Discharge Full	0.21 m <sup>3</sup> /s
Slope Full	0.00140 m/m
Flow Type	SuperCritical

**COLECTOR M.E. 01**
**Project Description**

Friction Method	Manning Fomula
Solve For	Normal Depth

**Input Data**

Roughness Coefficient	0.015
Channel Slope	1.41000 %
Normal Depth	0.1544 m
Diameter	0.40 m
Discharge	0.0676 m <sup>3</sup> /s

**Cross Section Image**

 V: 1  
 H: 1

**COLECTOR M.E. 02**

## Project Description

Friction Method	Manning Formula
Solve For	Normal Depth

## Input Data

Roughness Coefficient	0.015
Channel Slope	5.42000 %
Diameter	0.40 m
Discharge	0.0725 m <sup>3</sup> /s

## Results

Normal Depth	0.1124 m
Flow Area	0.03 m <sup>2</sup>
Wetted Perimeter	0.45 m
Hydraulic Radius	0.0648 m
Top Width	0.36 m
Critical Depth	0.19 m
Percent Full	28.10 %
Critical Slope	0.00736 m/m
Velocity	2.5043 m/s
Velocity Head	0.32 m
Specific Energy	0.4322 m
Froude Number	2.82
Maximum Discharge	0.45 m <sup>3</sup> /s
Discharge Full	0.42 m <sup>3</sup> /s
Slope Full	0.00161 m/m
Flow Type	SuperCritical

**COLECTOR M.E. 02**

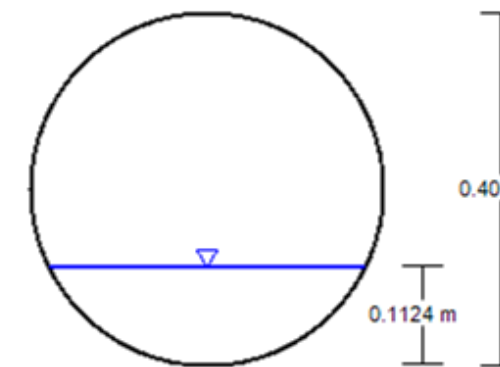
## Project Description

Friction Method	Manning Formula
Solve For	Normal Depth

## Input Data

Roughness Coefficient	0.015
Channel Slope	5.42000 %
Normal Depth	0.1124 m
Diameter	0.40 m
Discharge	0.0725 m <sup>3</sup> /s

## Cross Section Image


 V: 1  
 H: 1



**COLECTOR M.E. 03**

## Project Description

Friction Method	Manning Formula
Solve For	Normal Depth

## Input Data

Roughness Coefficient	0.015
Channel Slope	0.58000 %
Diameter	0.40 m
Discharge	0.0169 m <sup>3</sup> /s

## Results

Normal Depth	0.0946 m
Flow Area	0.02 m <sup>2</sup>
Wetted Perimeter	0.41 m
Hydraulic Radius	0.0559 m
Top Width	0.34 m
Critical Depth	0.09 m
Percent Full	23.66 %
Critical Slope	0.00692 m/m
Velocity	0.7436 m/s
Velocity Head	0.03 m
Specific Energy	0.1228 m
Froude Number	0.92
Maximum Discharge	0.15 m <sup>3</sup> /s
Discharge Full	0.14 m <sup>3</sup> /s
Slope Full	0.00009 m/m
Flow Type	SubCritical

**COLECTOR M.E. 03**

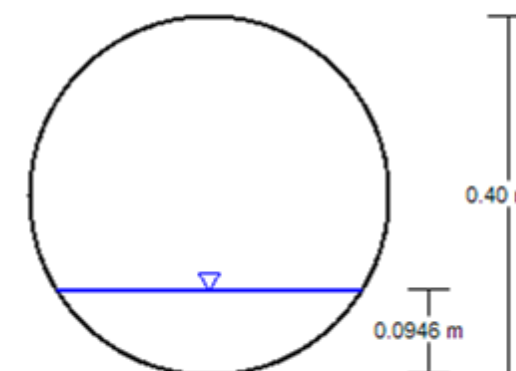
## Project Description

Friction Method	Manning Formula
Solve For	Normal Depth

## Input Data

Roughness Coefficient	0.015
Channel Slope	0.58000 %
Normal Depth	0.0946 m
Diameter	0.40 m
Discharge	0.0169 m <sup>3</sup> /s

## Cross Section Image


 V: 1  
 H: 1

**COLECTOR M.E. 04**

## Project Description

Friction Method	Manning Formula
Solve For	Normal Depth

## Input Data

Roughness Coefficient	0.015
Channel Slope	1.21000 %
Diameter	0.40 m
Discharge	0.0254 m <sup>3</sup> /s

## Results

Normal Depth	0.0966 m
Flow Area	0.02 m <sup>2</sup>
Wetted Perimeter	0.41 m
Hydraulic Radius	0.0569 m
Top Width	0.34 m
Critical Depth	0.11 m
Percent Full	24.15 %
Critical Slope	0.00683 m/m
Velocity	1.0853 m/s
Velocity Head	0.06 m
Specific Energy	0.1567 m
Froude Number	1.33
Maximum Discharge	0.21 m <sup>3</sup> /s
Discharge Full	0.20 m <sup>3</sup> /s
Slope Full	0.00020 m/m
Flow Type	SuperCritical

**COLECTOR M.E. 04**

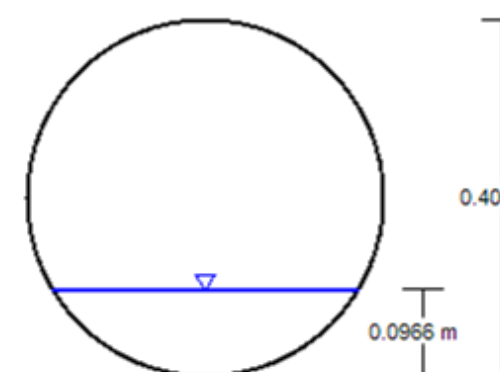
## Project Description

Friction Method	Manning Formula
Solve For	Normal Depth

## Input Data

Roughness Coefficient	0.015
Channel Slope	1.21000 %
Normal Depth	0.0966 m
Diameter	0.40 m
Discharge	0.0254 m <sup>3</sup> /s

## Cross Section Image


 V: 1  
 H: 1

**COLECTOR M.E. 05**
**Project Description**

Friction Method	Manning Formula
Solve For	Normal Depth

**Input Data**

Roughness Coefficient	0.015
Channel Slope	5.60000 %
Diameter	0.40 m
Discharge	0.1927 m <sup>3</sup> /s

**Results**

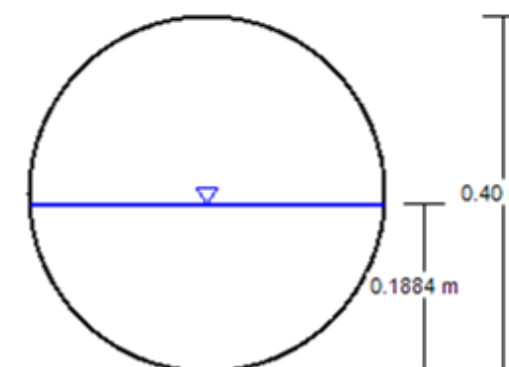
Normal Depth	0.1884 m
Flow Area	0.06 m <sup>2</sup>
Wetted Perimeter	0.61 m
Hydraulic Radius	0.0962 m
Top Width	0.40 m
Critical Depth	0.32 m
Percent Full	47.09 %
Critical Slope	0.01210 m/m
Velocity	3.3118 m/s
Velocity Head	0.56 m
Specific Energy	0.7476 m
Froude Number	2.77
Maximum Discharge	0.46 m <sup>3</sup> /s
Discharge Full	0.43 m <sup>3</sup> /s
Slope Full	0.01140 m/m
Flow Type	SuperCritical

**COLECTOR M.E. 05**
**Project Description**

Friction Method	Manning Formula
Solve For	Normal Depth

**Input Data**

Roughness Coefficient	0.015
Channel Slope	5.60000 %
Normal Depth	0.1884 m
Diameter	0.40 m
Discharge	0.1927 m <sup>3</sup> /s

**Cross Section Image**

 V: 1  
 H: 1

**COLECTOR M.E. 06**
**Project Description**

Friction Method	Manning Formula
Solve For	Normal Depth

**Input Data**

Roughness Coefficient	0.015
Channel Slope	2.65000 %
Diameter	0.40 m
Discharge	0.1226 m <sup>3</sup> /s

**Results**

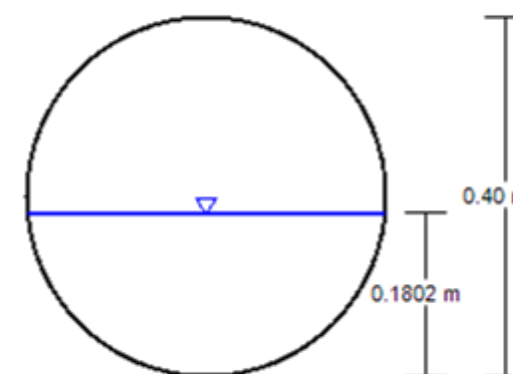
Normal Depth	0.1802 m
Flow Area	0.05 m <sup>2</sup>
Wetted Perimeter	0.59 m
Hydraulic Radius	0.0933 m
Top Width	0.40 m
Critical Depth	0.25 m
Percent Full	45.06 %
Critical Slope	0.00869 m/m
Velocity	2.2317 m/s
Velocity Head	0.25 m
Specific Energy	0.4342 m
Froude Number	1.92
Maximum Discharge	0.32 m <sup>3</sup> /s
Discharge Full	0.29 m <sup>3</sup> /s
Slope Full	0.00461 m/m
Flow Type	SuperCritical

**COLECTOR M.E. 06**
**Project Description**

Friction Method	Manning Formula
Solve For	Normal Depth

**Input Data**

Roughness Coefficient	0.015
Channel Slope	2.65000 %
Normal Depth	0.1802 m
Diameter	0.40 m
Discharge	0.1226 m <sup>3</sup> /s

**Cross Section Image**

 V: 1  
 H: 1

**COLECTOR M.E. 07**
**Project Description**

Friction Method	Manning Formula
Solve For	Normal Depth

**Input Data**

Roughness Coefficient	0.015
Channel Slope	0.04000 %
Diameter	0.40 m
Discharge	0.0350 m <sup>3</sup> /s

**Results**

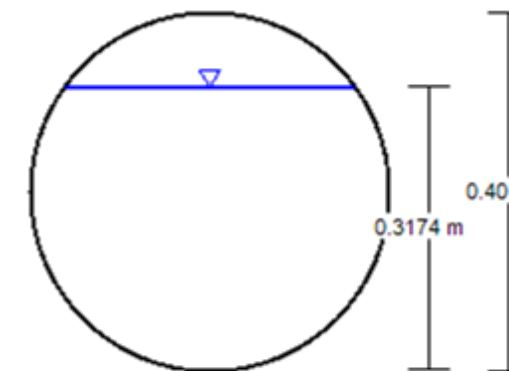
Normal Depth	0.3174 m
Flow Area	0.11 m <sup>2</sup>
Wetted Perimeter	0.88 m
Hydraulic Radius	0.1216 m
Top Width	0.32 m
Critical Depth	0.13 m
Percent Full	79.34 %
Critical Slope	0.00686 m/m
Velocity	0.3273 m/s
Velocity Head	0.01 m
Specific Energy	0.3228 m
Froude Number	0.18
Maximum Discharge	0.04 m <sup>3</sup> /s
Discharge Full	0.04 m <sup>3</sup> /s
Slope Full	0.00038 m/m
Flow Type	SubCritical

**COLECTOR M.E. 07**
**Project Description**

Friction Method	Manning Formula
Solve For	Normal Depth

**Input Data**

Roughness Coefficient	0.015
Channel Slope	0.04000 %
Normal Depth	0.3174 m
Diameter	0.40 m
Discharge	0.0350 m <sup>3</sup> /s

**Cross Section Image**

 V: 1  
 H: 1

**COLECTOR M.E. 08**

## Project Description

Friction Method	Manning Fomula
Solve For	Normal Depth

## Input Data

Roughness Coefficient	0.015
Channel Slope	2.41000 %
Diameter	0.40 m
Discharge	0.2014 m <sup>3</sup> /s

## Results

Normal Depth	0.2511 m
Flow Area	0.08 m <sup>2</sup>
Wetted Perimeter	0.73 m
Hydraulic Radius	0.1135 m
Top Width	0.39 m
Critical Depth	0.32 m
Percent Full	62.77 %
Critical Slope	0.01272 m/m
Velocity	2.4252 m/s
Velocity Head	0.30 m
Specific Energy	0.5510 m
Froude Number	1.67
Maximum Discharge	0.30 m <sup>3</sup> /s
Discharge Full	0.28 m <sup>3</sup> /s
Slope Full	0.01245 m/m
Flow Type	SuperCritical

**COLECTOR M.E. 08**

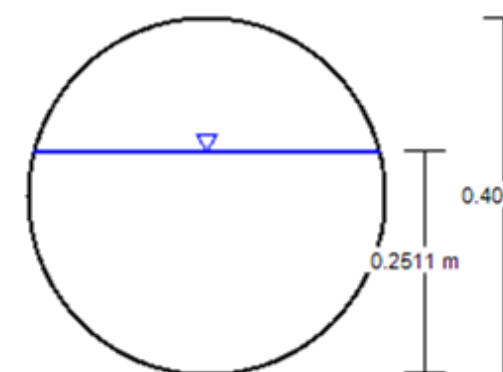
## Project Description

Friction Method	Manning Fomula
Solve For	Normal Depth

## Input Data

Roughness Coefficient	0.015
Channel Slope	2.41000 %
Normal Depth	0.2511 m
Diameter	0.40 m
Discharge	0.2014 m <sup>3</sup> /s

## Cross Section Image


 V: 1  
 H: 1

**Cuneta BC 01**
**Project Description**

Friction Method	Manning Fomula
Solve For	Normal Depth

**Input Data**

Roughness Coefficient	0.015
Channel Slope	0.48900 %
Left Side Slope	6.00 m/m (H:V)
Right Side Slope	4.00 m/m (H:V)
Discharge	0.0382 m <sup>3</sup> /s

**Results**

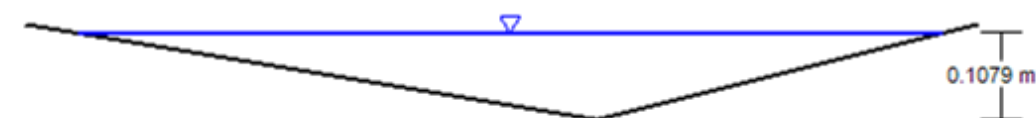
Normal Depth	0.1079 m
Flow Area	0.06 m <sup>2</sup>
Wetted Perimeter	1.10 m
Hydraulic Radius	0.0529 m
Top Width	1.08 m
Critical Depth	0.10 m
Critical Slope	0.00608 m/m
Velocity	0.6561 m/s
Velocity Head	0.02 m
Specific Energy	0.1299 m
Froude Number	0.90
Flow Type	Subcritical

**Cuneta BC 01**
**Project Description**

Friction Method	Manning Fomula
Solve For	Normal Depth

**Input Data**

Roughness Coefficient	0.015
Channel Slope	0.48900 %
Normal Depth	0.1079 m
Left Side Slope	6.00 m/m (H:V)
Right Side Slope	4.00 m/m (H:V)
Discharge	0.0382 m <sup>3</sup> /s

**Cross Section Image**


**Cuneta BC 02**

## Project Description

Friction Method	Manning Formula
Solve For	Normal Depth

## Input Data

Roughness Coefficient	0.015
Channel Slope	1.17300 %
Left Side Slope	6.00 m/m (H:V)
Right Side Slope	4.00 m/m (H:V)
Discharge	0.0236 m <sup>3</sup> /s

## Results

Normal Depth	0.0764 m
Flow Area	0.03 m <sup>2</sup>
Wetted Perimeter	0.78 m
Hydraulic Radius	0.0374 m
Top Width	0.76 m
Critical Depth	0.09 m
Critical Slope	0.00649 m/m
Velocity	0.8088 m/s
Velocity Head	0.03 m
Specific Energy	0.1097 m
Froude Number	1.32
Flow Type	Supercritical

**Cuneta BC 02**

## Project Description

Friction Method	Manning Formula
Solve For	Normal Depth

## Input Data

Roughness Coefficient	0.015
Channel Slope	1.17300 %
Normal Depth	0.0764 m
Left Side Slope	6.00 m/m (H:V)
Right Side Slope	4.00 m/m (H:V)
Discharge	0.0236 m <sup>3</sup> /s

## Cross Section Image





**Cuneta BC 03**
**Project Description**

Friction Method	Manning Formula
Solve For	Normal Depth

**Input Data**

Roughness Coefficient	0.015
Channel Slope	1.17300 %
Left Side Slope	6.00 m/m (H:V)
Right Side Slope	4.00 m/m (H:V)
Discharge	0.0236 m <sup>3</sup> /s

**Results**

Normal Depth	0.0764 m
Flow Area	0.03 m <sup>2</sup>
Wetted Perimeter	0.78 m
Hydraulic Radius	0.0374 m
Top Width	0.76 m
Critical Depth	0.09 m
Critical Slope	0.00649 m/m
Velocity	0.8088 m/s
Velocity Head	0.03 m
Specific Energy	0.1097 m
Froude Number	1.32
Flow Type	Supercritical

**Cuneta BC 03**
**Project Description**

Friction Method	Manning Formula
Solve For	Normal Depth

**Input Data**

Roughness Coefficient	0.015
Channel Slope	1.17300 %
Normal Depth	0.0764 m
Left Side Slope	6.00 m/m (H:V)
Right Side Slope	4.00 m/m (H:V)
Discharge	0.0236 m <sup>3</sup> /s

**Cross Section Image**


**Cuneta BC 04**
**Project Description**

Friction Method	Manning Formula
Solve For	Normal Depth

**Input Data**

Roughness Coefficient	0.015
Channel Slope	0.24100 %
Left Side Slope	6.00 m/m (H:V)
Right Side Slope	4.00 m/m (H:V)
Discharge	0.0486 m <sup>3</sup> /s

**Results**

Normal Depth	0.1348 m
Flow Area	0.09 m <sup>2</sup>
Wetted Perimeter	1.38 m
Hydraulic Radius	0.0660 m
Top Width	1.35 m
Critical Depth	0.11 m
Critical Slope	0.00589 m/m
Velocity	0.5348 m/s
Velocity Head	0.01 m
Specific Energy	0.1494 m
Froude Number	0.66
Flow Type	Subcritical

**Cuneta BC 04**
**Project Description**

Friction Method	Manning Formula
Solve For	Normal Depth

**Input Data**

Roughness Coefficient	0.015
Channel Slope	0.24100 %
Normal Depth	0.1348 m
Left Side Slope	6.00 m/m (H:V)
Right Side Slope	4.00 m/m (H:V)
Discharge	0.0486 m <sup>3</sup> /s

**Cross Section Image**


**Cuneta BC 05**
**Project Description**

Friction Method	Manning Formula
Solve For	Normal Depth

**Input Data**

Roughness Coefficient	0.015
Channel Slope	1.52000 %
Left Side Slope	6.00 m/m (H:V)
Right Side Slope	4.00 m/m (H:V)
Discharge	0.0275 m <sup>3</sup> /s

**Results**

Normal Depth	0.0771 m
Flow Area	0.03 m <sup>2</sup>
Wetted Perimeter	0.79 m
Hydraulic Radius	0.0378 m
Top Width	0.77 m
Critical Depth	0.09 m
Critical Slope	0.00635 m/m
Velocity	0.9246 m/s
Velocity Head	0.04 m
Specific Energy	0.1207 m
Froude Number	1.50
Flow Type	Supercritical

**Cuneta BC 05**
**Project Description**

Friction Method	Manning Formula
Solve For	Normal Depth

**Input Data**

Roughness Coefficient	0.015
Channel Slope	1.52000 %
Normal Depth	0.0771 m
Left Side Slope	6.00 m/m (H:V)
Right Side Slope	4.00 m/m (H:V)
Discharge	0.0275 m <sup>3</sup> /s

**Cross Section Image**


**Cuneta BC 06**
**Project Description**

Friction Method	Manning Formula
Solve For	Normal Depth

**Input Data**

Roughness Coefficient	0.015
Channel Slope	4.52100 %
Left Side Slope	6.00 m/m (H:V)
Right Side Slope	4.00 m/m (H:V)
Discharge	0.4981 m <sup>3</sup> /s

**Results**

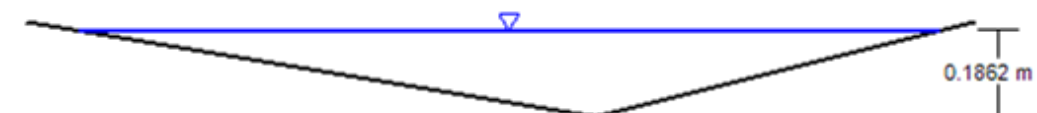
Normal Depth	0.1862 m
Flow Area	0.17 m <sup>2</sup>
Wetted Perimeter	1.90 m
Hydraulic Radius	0.0912 m
Top Width	1.86 m
Critical Depth	0.29 m
Critical Slope	0.00432 m/m
Velocity	2.8727 m/s
Velocity Head	0.42 m
Specific Energy	0.6070 m
Froude Number	3.01
Flow Type	Supercritical

**Cuneta BC 06**
**Project Description**

Friction Method	Manning Formula
Solve For	Normal Depth

**Input Data**

Roughness Coefficient	0.015
Channel Slope	4.52100 %
Normal Depth	0.1862 m
Left Side Slope	6.00 m/m (H:V)
Right Side Slope	4.00 m/m (H:V)
Discharge	0.4981 m <sup>3</sup> /s

**Cross Section Image**


**Cuneta BC 07**
**Project Description**

Friction Method	Manning Formula
Solve For	Normal Depth

**Input Data**

Roughness Coefficient	0.015
Channel Slope	0.75700 %
Left Side Slope	6.00 m/m (H:V)
Right Side Slope	4.00 m/m (H:V)
Discharge	0.1004 m <sup>3</sup> /s

**Results**

Normal Depth	0.1428 m
Flow Area	0.10 m <sup>2</sup>
Wetted Perimeter	1.46 m
Hydraulic Radius	0.0700 m
Top Width	1.43 m
Critical Depth	0.15 m
Critical Slope	0.00535 m/m
Velocity	0.9848 m/s
Velocity Head	0.05 m
Specific Energy	0.1922 m
Froude Number	1.18
Flow Type	Supercritical

**Cuneta BC 07**
**Project Description**

Friction Method	Manning Formula
Solve For	Normal Depth

**Input Data**

Roughness Coefficient	0.015
Channel Slope	0.75700 %
Normal Depth	0.1428 m
Left Side Slope	6.00 m/m (H:V)
Right Side Slope	4.00 m/m (H:V)
Discharge	0.1004 m <sup>3</sup> /s

**Cross Section Image**


**Cuneta BC 08**

## Project Description

Friction Method	Manning Formula
Solve For	Normal Depth

## Input Data

Roughness Coefficient	0.015
Channel Slope	0.86000 %
Left Side Slope	6.00 m/m (H:V)
Right Side Slope	4.00 m/m (H:V)
Discharge	0.0631 m <sup>3</sup> /s

## Results

Normal Depth	0.1171 m
Flow Area	0.07 m <sup>2</sup>
Wetted Perimeter	1.20 m
Hydraulic Radius	0.0574 m
Top Width	1.17 m
Critical Depth	0.13 m
Critical Slope	0.00569 m/m
Velocity	0.9200 m/s
Velocity Head	0.04 m
Specific Energy	0.1603 m
Froude Number	1.21
Flow Type	Supercritical

**Cuneta BC 08**

## Project Description

Friction Method	Manning Formula
Solve For	Normal Depth

## Input Data

Roughness Coefficient	0.015
Channel Slope	0.86000 %
Normal Depth	0.1171 m
Left Side Slope	6.00 m/m (H:V)
Right Side Slope	4.00 m/m (H:V)
Discharge	0.0631 m <sup>3</sup> /s

## Cross Section Image



**Cuneta BC 09**

## Project Description

Friction Method	Manning Formula
Solve For	Normal Depth

## Input Data

Roughness Coefficient	0.015
Channel Slope	3.32300 %
Left Side Slope	6.00 m/m (H:V)
Right Side Slope	4.00 m/m (H:V)
Discharge	0.1084 m <sup>3</sup> /s

## Results

Normal Depth	0.1114 m
Flow Area	0.06 m <sup>2</sup>
Wetted Perimeter	1.14 m
Hydraulic Radius	0.0546 m
Top Width	1.11 m
Critical Depth	0.16 m
Critical Slope	0.00529 m/m
Velocity	1.7481 m/s
Velocity Head	0.16 m
Specific Energy	0.2672 m
Froude Number	2.37
Flow Type	Supercritical

**Cuneta BC 09**

## Project Description

Friction Method	Manning Formula
Solve For	Normal Depth

## Input Data

Roughness Coefficient	0.015
Channel Slope	3.32300 %
Normal Depth	0.1114 m
Left Side Slope	6.00 m/m (H:V)
Right Side Slope	4.00 m/m (H:V)
Discharge	0.1084 m <sup>3</sup> /s

## Cross Section Image

