
ANEJO Nº 11. DRENAJE

ANEJO Nº 11. DRENAJE**ÍNDICE**

1.	PREÁMBULO	1
2.	PARÁMETROS DE CÁLCULO.....	1
3.	DRENAJE TRANSVERSAL.....	2
3.1.	INTRODUCCIÓN	2
3.1.1.	ACTUACIÓN 1	2
3.1.2.	ACTUACIÓN 2	2
3.2.	ACTUACIONES A REALIZAR EN EL DRENAJE TRANSVERSAL	2
3.2.1.	ACTUACIÓN 1	2
3.2.2.	ACTUACIÓN 2	2
3.2.3.	COMPROBACIONES HIDRÁULICAS.....	3
3.2.4.	COMPROBACIONES MECÁNICAS	3
3.2.5.	SOLUCIÓN ADOPTADA.....	4
4.	DRENAJE LONGITUDINAL	4
4.1.	INTRODUCCIÓN	5
4.2.	SISTEMA DE DRENAJE ACTUAL	5
4.3.	DRENAJE LONGITUDINAL DE LA PLATAFORMA	5
4.3.1.	CAZ DE RANURA, COLECTORES.....	5
4.3.2.	CUNETAS	6
4.3.3.	BORDILLOS EN CORONACIÓN DE TERRAPLÉN.....	7
4.3.4.	DRENES	7
4.3.5.	BAJANTES.....	7

4.3.6. POZOS Y ARQUETAS	8
4.3.7. CANALETAS CON REJILLA	8
4.3.8. CANALONES.....	9

APÉNDICE Nº1 CÁLCULOS DE CAUDALES

APÉNDICE Nº2 ESTUDIO CAPACIDADES DE CUNETAS

APÉNDICE Nº3 ESTUDIO CAPACIDADES DE COLECTORES, CACES Y
CANALETAS

APÉNDICE Nº4. FICHAS DE OBRAS DE DRENAJE TRANSVERSAL

APÉNDICE Nº5. CÁLCULO DE LA RESISTENCIA MECÁNICA DE LOS TUBOS

5.1 CAÑO 0+168

5.2 CAÑO 0+455

11. DRENAJE

11.1. PREÁMBULO

En el presente anejo se describirán las propuestas para hacer frente a los flujos de agua que interfieren con los ramales objeto del presente proyecto. Al tratarse de un entorno periurbano hay limitaciones en cuanto a disponibilidad de espacio, pendientes,...

Se consideran de aplicación:

- Orden Circular 17/2003 para evacuación de aguas infiltradas.
- Orden FOM /298/2016, de 15 de febrero, por la que se aprueba la norma 5.2 IC drenaje superficial de la Instrucción de Carreteras.
- Guía de cimentaciones en obras de carretera: para definir el relleno que debe rodear las nuevas obras de drenaje transversal si las hubiere.
- Normas para redes de saneamiento del Canal de Isabel II versión 2016

11.2. PARÁMETROS DE CÁLCULO

Como puntos de partida para los cálculos se tienen:

- Factor de rugosidad de Manning= 0,014 para elementos de hormigón y de 0,012 para elementos de plástico
- Pendientes, siempre que sea posible, comprendidas entre 1% y 6% para que las velocidades se mantengan en márgenes admisibles.
- Velocidades: para evitar un desgaste excesivo de los materiales se procurará limitar la velocidad máxima a 4,5 m/s aunque las piezas de hormigón pueden admitir velocidades superiores. La velocidad mínima será superior a 1 m/s para evitar decantaciones.
- Resguardo de 5cm para cunetas y del 85% de capacidad de los colectores.
- Precipitaciones de diseño de 65,25 mm/día para un periodo de retorno de 25 años y de 82,61 para un periodo de 100 años como se dedujo en el anejo de hidrología y climatología.

11.3. DRENAJE TRANSVERSAL

11.3.1. INTRODUCCIÓN

Desde la construcción de la autovía M-40 se ha producido un aumento de suelo urbanizado. Además en estos momentos se están ejecutando las obras de urbanización del nuevo estadio Metropolitano.

Las cuencas que originariamente podían existir, y en base a las cuales se diseñó la red de drenaje transversal de la autovía M-40 mantienen o bien han reducido su superficie, recogiendo el drenaje de estas nuevas zonas urbanas en la red de saneamiento.

11.3.1.1. ACTUACIÓN 1

Se considera que no hay interferencias significativas con las cuencas naturales. Hay dos hondonadas naturales que quedarán bajo tramos en viaducto.

11.3.1.2. ACTUACIÓN 2

Como se explicó en el anejo de climatología e hidrología, se interceptan dos cauces: en la cuenca conjunta Q10-Q20-Q30 y en Q-60. Las hipótesis de cálculo en ambas son similares, debido a su proximidad aunque se ha considerado una permeabilidad mayor en Q-60 por la presencia de una cantidad no desdeñable de escombros, cascotes...

11.3.2. ACTUACIONES A REALIZAR EN EL DRENAJE TRANSVERSAL

11.3.2.1. ACTUACIÓN 1

Hay dos pequeñas hondonadas naturales a ambos lados de la M-40, pero se salvan en viaducto y por tanto, no se afectan en el presente proyecto constructivo.

11.3.2.2. ACTUACIÓN 2

Se procurará dar continuidad a los caños existentes para que los caños que se proyecten no mermen la funcionalidad de la autovía.

Se interceptan dos cauces naturales:

- P.K. 0+170 del eje 8 que recoge el flujo de la cuenca conjunta
- P.K. 0+455 del eje 8 que recoge las aguas de la cuenca Q60

En la cuenca Q60 no hay demasiadas dificultades pero en la cuenca conjunta hay tres inconvenientes:

- Caño de sección reducida a continuación (ϕ 500) que cruza la autovía cuya embocadura se encuentra dentro de un pocillo y que el nuevo ramal pisará.
- Punto bajo del trazado a cierta distancia del pocillo (mostrado en la imagen siguiente), con lo que habrá que prever un tramo de colector a contrapendiente en un intervalo con escasez de espacio dada la presencia del estribo.
- Recoge agua de otros lugares (cuencas Q00 y Q90), de la cuenca Q00 pasa un colector de 300 bajo el lazo M-14 — M-21 este; de la cuenca Q90 el flujo pasa bajo el estribo del ramal M-21 sentido oeste — M-40 sur y termina en un sumidero de donde sale un colector de 300 que cruza el lazo M-21 este — M-40 norte. Con lo que en el citado tubo de 500 confluyen los flujos de 5 cuencas: Q00, Q10, Q20, Q30 y Q90 aunque en el caño nuevo sólo concurren los de Q10, Q20 y Q30, porque Q00 y Q90 abordan el pocillo una vez rebasado el nuevo ramal.



Pocillo de donde sale el caño de 500mm que cruza la autovía

11.3.2.3. COMPROBACIONES HIDRÁULICAS

Para la comprobación hidráulica del drenaje transversal se ha considerado el caudal máximo anual correspondiente a un periodo de retorno $T=100$ años según establece la norma 5.2- IC "Drenaje superficial de la instrucción de carreteras".

Se comprueban estos valores:

- Cota de la lámina de agua a la entrada para evitar que el caño funcione a sección llena, que como primera tentativa puede tomarse una proporción de 1,2 entre el calado a la entrada y la altura útil del tubo.
- Velocidades a la entrada y a la salida para evitar que una velocidad escasa provoque decantaciones, y una velocidad excesiva produzca erosión. De producirse velocidades excesivas en el terreno natural, se dispondrá bien escollera para reducir la velocidad, bien la extensión de encachado por su mayor resistencia al desgaste.

En ambos casos para no mermar el espesor de firme y conseguir unas pendientes aceptables del caño, se opta por una sobreexcavación a la entrada quedando el borde inferior del tubo por debajo del terreno natural. Por lo que se proyecta una superficie casi llana junto a la embocadura y un talud 2:1 desde esta superficie hasta la cota natural del terreno. En previsión de que estos aumentos bruscos de pendiente provoquen un incremento de velocidad, se cubrirá con encachado toda la cubeta de entrada.

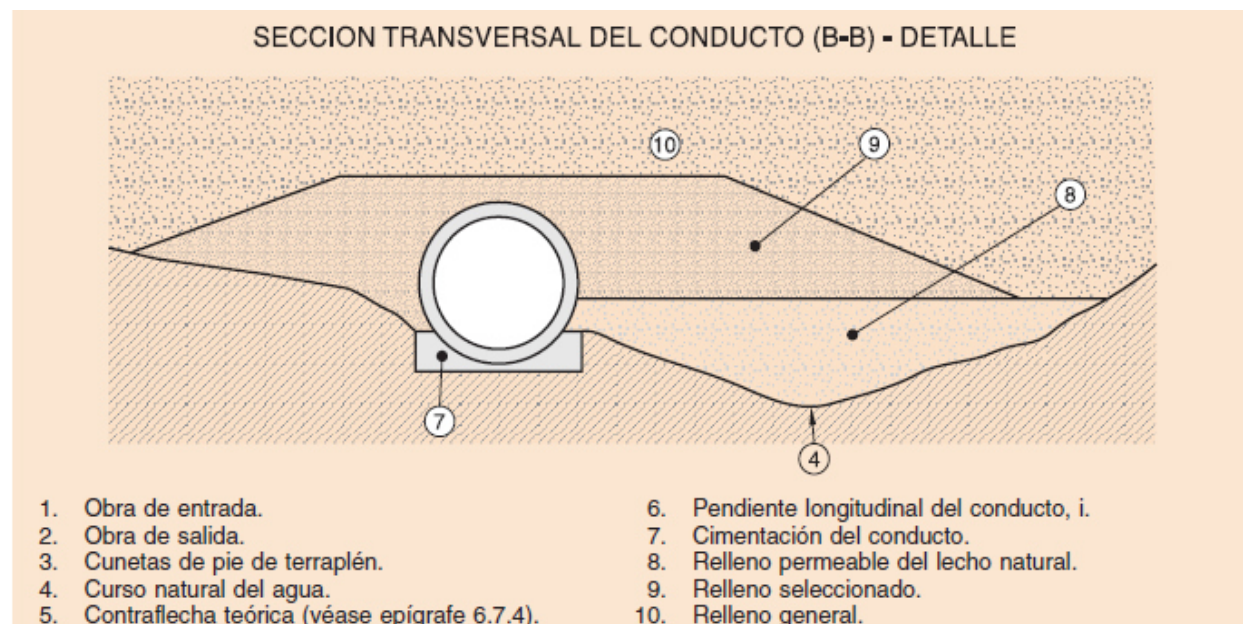
En el cuarto apéndice podrá encontrarse el cálculo hidráulico de los caños proyectados. El diámetro es inferior al que recomienda la instrucción pero no es menor a la sección que existe aguas abajo.

11.3.2.4. COMPROBACIONES MECÁNICAS

Mediante el programa específico de la ATHA se calcula la clase resistente del tubo según UNE-EN 1916, para dos hipótesis: la mayor carga de tierras sobre la clave y la menor, y se escogerá la situación desfavorable.

Tal y como establece la "Guía de cimentaciones en obras de carretera" versión 2009, en torno a los caños se pondrán cuñas de transición para atenuar la situación de punto duro. Para ello, se saneará el fondo de la excavación, los tubos se asentarán sobre

una plataforma de hormigón en masa y se dispondrá en torno al caño una cuña de suelo seleccionado compactado al 95 % del Próctor modificado.

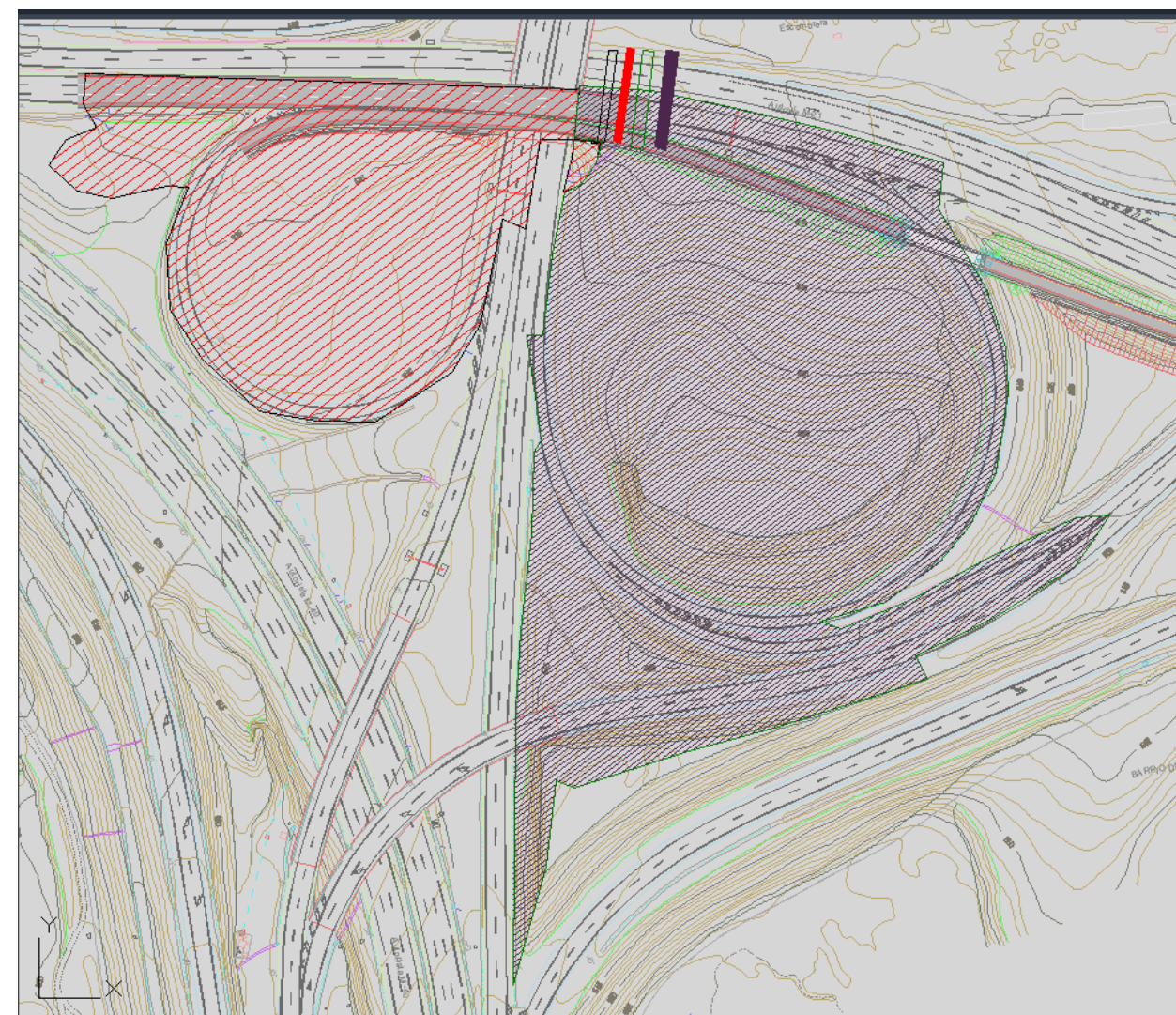


Esquema de rellenos sobre caño según la guía de cimentaciones

En el quinto apéndice podrá encontrarse el cálculo hidráulico de los caños proyectados.

11.3.2.5. SOLUCIÓN ADOPTADA

Como el ϕ 500 existente no es capaz de evacuar el caudal que le llega, se dispondrá un caño paralelo al tubo actual que seguiría operativo. Esta ODT nueva deberá ser hincada dados los problemas que supondría cortar la M-21 y recogería los caudales generados en las cuencas Q20, Q30 y Q90. El caño actual recogería los flujos producidos en las cuencas Q00 y Q10 así como en el entorno del punto bajo de la calzada. En resumen, como se muestra en el siguiente croquis, el caudal generado en la zona sombreada en rojo irá por el tubo rojo (existente en el P.K. 0+158 del eje 8). El caudal generado en la zona sombrada en morado, irá por el tubo morado (nuevo en el P.K. 0+168 del eje 8).



Las dos ODT's nuevas serán de 600: tanto la hincada que pasa bajo la autovía como la convencional que pasa bajo el ramal.

Se inutilizaría el colector que desagua la cuenca Q90 y mediante un cunetón, se encauzaría hacia el caño nuevo de 600.

11.4. DRENAJE LONGITUDINAL

11.4.1. INTRODUCCIÓN

El sistema de drenaje longitudinal está constituido por elementos que recogen el agua de la plataforma y sus márgenes, para conducirla hasta los puntos en los que es posible su evacuación.

Según la instrucción vigente, como norma general, se considerará un periodo de retorno de 25 años para el cálculo de los caudales de diseño. En principio, no se prevé evacuación mediante bombeo en ningún punto de la actuación.

11.4.2. SISTEMA DE DRENAJE ACTUAL

En la actualidad el desagüe de la M-40, M-14 y M-21, en el tramo objeto de este proyecto, está constituido por un sistema de cunetas, caces y colectores.

Las obras proyectadas para la presente fase de nuevos ramales en la confluencia de la M-40, M-14 y M-21, implican un incremento de los caudales de escorrentía, si bien éstos no serán muy elevados ya que las zonas ocupadas por la ampliación proyectada no representan una superficie importante respecto a la plataforma ya construida.

Los vertidos de la red de drenaje en el tramo correspondiente a esta fase se realizan normalmente a cauces naturales a través de las obras de drenaje existentes. Si bien existe un caño de 500 mm que cruza la M-21 bajo el P.K. 0+760 de la autovía, que termina en el colector duplicado de Rejas. A este caño $\varnothing 500$ llegan los caudales procedentes del drenaje longitudinal de los dos lazos, y de parte de la M-14

En la actuación 1 el sistema de drenaje se limita a cunetas adosadas a ramales, y en la actuación 2, las cunetas confluyen junto al punto bajo citado en el apartado anterior, y para salvar los ramales, se usan colectores que pasan bajo las calzadas.

11.4.3. DRENAJE LONGITUDINAL DE LA PLATAFORMA

Para el cálculo de las diferentes obras de drenaje longitudinal, se han considerado los siguientes umbrales de escorrentía:

- (Po) de 1 mm para la plataforma y la superficie de la propia cuneta,
- (Po) de 8 mm en las zonas de talud por tratarse de terrenos urbanizados
- Coeficiente corrector regional correspondiente a la región 32 y a un periodo de retorno=25 años, obteniéndose según la tabla 2.5 de la instrucción 5.2-IC un valor de 0'896

El tiempo de concentración mínimo considerado ha sido de 10 minutos, el máximo vendrá dado por la fórmula de la instrucción vigente, esto es:

$$Tc = 0,3 \times L (km)^{0,76} \times I (m/m)^{-0,19}$$

Siendo:

L= longitud del cauce principal

I = pendiente media

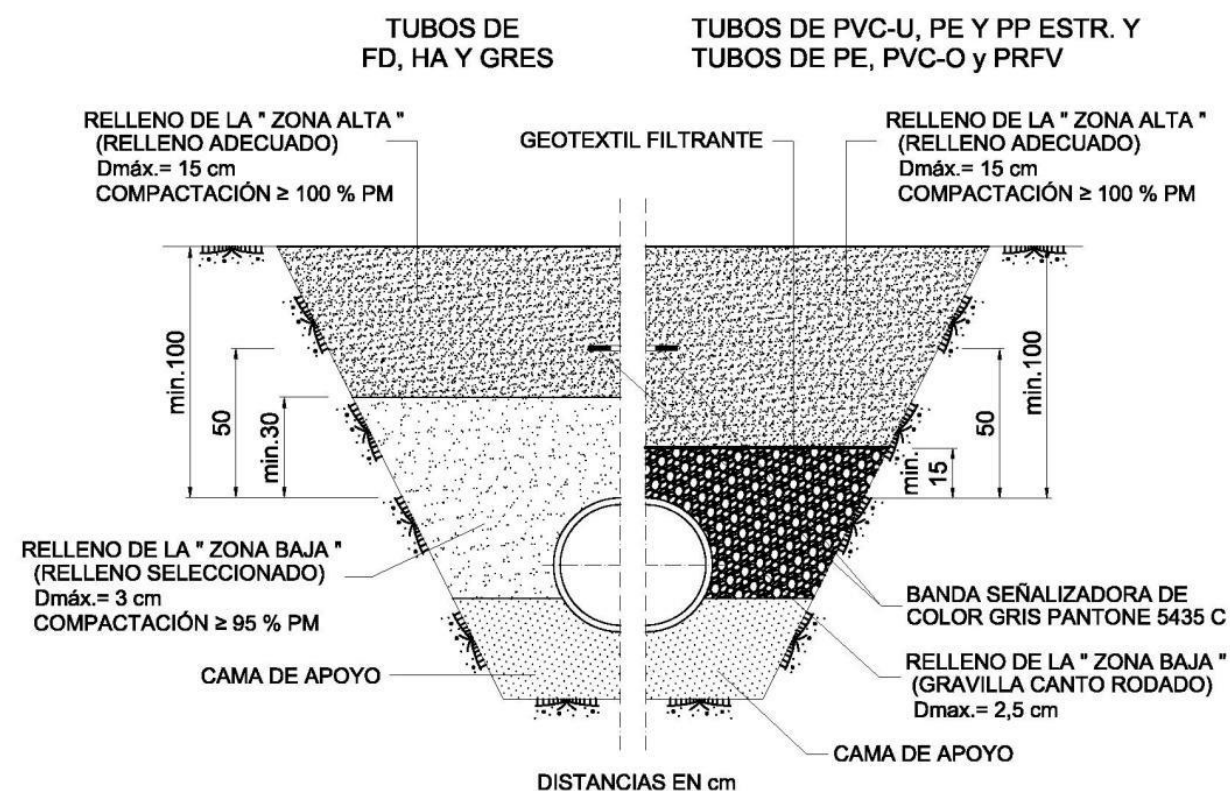
11.4.3.1. CAZ DE RANURA, COLECTORES

Se incluyen en el mismo apartado al ser idéntico su comportamiento hidráulico. En el caso del caz escogido, se trata de un caz prefabricado de sección circular de 30 cm de diámetro. En el caso de que agote la capacidad, se recurrirá a un diámetro superior, pues hoy en día se fabrican de diámetros 400 y 500 mm, con tal de no implantar un colector

Se han dispuesto caces para recoger la escorrentía generada por los nuevos ejes. Se han situado entre dos ejes o al borde de un muro cuando no exista sitio para situar alguna cuneta.

Para dimensionar estos dispositivos se recurrirá a las tablas de Thormann—Franke al arrojar resultados más realistas al considerar la influencia del aire embolsado en la clave del tubo. Para ello se calculará previamente el caudal a sección llena mediante la fórmula de Manning $I = \frac{10'29 n^2 Q^2}{\varnothing^{16/3}}$ expresando el caudal Q en m³ / s y el diámetro φ en metros, pues el factor de Manning no es adimensional.

Respecto a la formación de las zanjas pueden seguirse las “Normas para redes de saneamiento del Canal de Isabel II” versión 2016, mostradas en el esquema siguiente:



Cuando la altura de relleno de tierras por encima de la generatriz superior exterior del colector sea inferior a 1 m, el colector deberá quedar protegido así:

- En caso de tubos de materiales termoplásticos, se protegerá mediante losa de hormigón de espesor 0,30 m y sobrecanchos respecto de las generatrices exteriores situadas en la semisección del colector de 0,30 m.

- Para el resto de tubos, macizo de hormigón en masa que deberá efectuarse de modo que el ancho del mismo considere que en los laterales deben disponerse sobrecanchos de 0,30 m respecto de las generatrices exteriores situadas en la semisección del colector. Los espesores, sobre la clave del colector, desde su generatriz exterior serán también de 0,30 m y el de la solera de al menos 0,15 m.

11.4.3.2. CUNETAS

En este apartado se incluirán tanto las cunetas de desmonte como las cunetas de guarda y de pie de terraplén, al ser su comportamiento hidráulico similar.

Las cunetas de desmonte recogen la escorrentía de los taludes de desmonte, de las laderas adyacentes y la de la propia calzada cuando es peralte es favorable.

Las cunetas de pie de terraplén recogen la escorrentía de los taludes del terraplén y de la propia calzada cuando el peralte es favorable.

Se proyectan los siguientes tipos de cuneta:

- Cuneta triangular revestida en desmonte de 1,50 m de ancho y taludes 3:1 en el interior y 2:1 en el exterior (cuneta T-1).
- Cuneta triangular revestida en terciaria de 1 m de ancho y taludes 2:1 en el interior y en el exterior, (Cuneta T-2)
- Cuneta trapecial en cabeza de desmonte de 0.50m de ancho en la base y taludes 1:1, en cabeza de desmonte (Cuneta T-3) o base de terraplén. Pueden ir sin revestir en la base de los rellenos, pero no si se trata de guarda de desmonte.

En la tabla siguiente se resumen las características de las cunetas propuestas:

Cuneta	Talud interior		Talud exterior		Solera (m)	Altura (m)
	H	V	H	V		
Tipo 1	3	1	2	1	0	0,3
Tipo 2	2	1	2	1	0	0,175
Tipo 3	1	1	1	1	0,5	0,5

Las cunetas de guarda, tanto en el caso de cunetas de guarda en desmonte como las de pie de terraplén, se situarán a 1 m de distancia del cabeza o pie de talud, respectivamente.

Se calcularán mediante la fórmula de Manning, asumiendo una rugosidad n de 0,014 si son revestidas y de 0,032 si no llevan revestimiento.

En el caso de las cunetas de desmonte, cuando se agota la capacidad hidráulica de las cunetas de se ha previsto disponer colectores bajo las mismas.

11.4.3.3. BORDILLOS EN CORONACIÓN DE TERRAPLÉN

El objetivo de estos bordillos es impedir que el agua circule por los terraplenes de cierta altura, evitando así su erosión. Para estimar la separación tipo puede considerarse una inclinación transversal del 2% y longitudinal de 1%. Para un calado de "h" la anchura encharcada es $50h$, y el área mojada de $25h^2$

El caudal a evacuar sería:

$$Q = \frac{C \times I \times A}{3.600.000}$$

Con $C=1$, A : el área mojada de la calzada (que para 8,5 m de anchura vertiente en el tramo más adverso son $425m^2$) e "I" la intensidad, que como se dedujo en el apéndice de aplicación del método racional toma un valor máximo de 70,6 mm/hora Así el caudal, para una separación de bajantes de 50m quedaría de $0.0083 m^3/s$

Mediante la fórmula de Manning, con una rugosidad de 0,014, tanto la velocidad como el radio hidráulico son función del calado, que resulta ser de 28,3 mm, por tanto la anchura encharcada es de 1,41 m y no alcanza el carril. Por tanto pueden adoptarse 50m de separación entre bajantes.

11.4.3.4. DRENES

El objetivo de los drenes es reducir el agua infiltrada en las capas de firme para prolongar así su vida útil. Se colocarán, por norma general, bajo las cunetas de desmonte. Se efectuará el cálculo mediante el método establecido en la OC 17/2003 y se escogerá un diámetro mínimo de 150mm.

Se parte de la fórmula propuesta en aquella O.C. : $QL = q \cdot B \cdot L$ y se adopta un estado "F" de impermeabilidad alta al estar revestidas casi todas las superficies y ser la base un producto tratado con cemento; por consiguiente $q = 10^{-5}$ litros/ m^2/ s . "B" es la anchura tipo de cálculo y "L" la distancia entre puntos de desagüe.

Para la condición más adversa en este proyecto, longitud de 110m y anchura de 20 m (valor máximo en el retaluzado en el P.K. 0+350) se obtendría un caudal a desaguar de 0,022 l / s. A continuación se muestra una tabla que muestra las siguientes capacidades de un dren de ϕ 150mm, para distintas pendientes:

Pendiente (%)	Capacidad (l/s)
0.5	9.952
1.0	14.072
1.5	17.235
2.0	19.901
2.5	22.250
3.0	24.374
3.5	26.327
4.0	28.145

Para estimar la capacidad se ha supuesto la sección llena a un 75 %; como se aprecia, en todos los casos es muy superior al caudal a evacuar de 0'022 l/s, con lo que ese diámetro mínimo es válido.

11.4.3.5. BAJANTES

Las bajantes en terraplén se han situado en coronación de los mismos para desaguar los bordillos. Las bajantes en desmonte se proyectan para desagüe de cunetas de guarda en desmonte y para conducir el agua de los puntos bajos en desmonte a las cunetas.

No es adecuado emplear la fórmula de Manning para dimensionar la bajante pues el régimen hidráulico en esta situación no es uniforme, así que se tomará el calado a la entrada de 3,2 cm calculado en 3.3.3 y el caudal de 0,0118 m³ /s. Para una bajante de 30 cm de anchura el flujo alcanza una velocidad de $v=0.0118 / (0,032 \times 0,3) = 1,23$ m/s que resulta un valor aceptable. Pueden disponerse bajantes tipo I: de 0,30 m de ancho y 0,10 m de altura. Las bajantes terminarán en una cuneta revestido o en un enchachado debido a la velocidad que podría alcanzar el flujo al pie de las mismas.

También se dispondrán bajantes del mismo junto a los estribos de las estructuras

Uno de los lugares más problemáticos sería en la coronación del muro del comienzo del eje 3, donde hay un punto bajo del trazado. Para desaguarlo, se dispondrán pasatubos en la cabecera del muro de donde saldrán codos de PVC que conectarán con bajantes de ese mismo material, ancladas al muro y que desagüen en la cuneta del ramal que está a cota inferior.

11.4.3.6. POZOS Y ARQUETAS

Los pozos de registro permiten la limpieza de los conductos y los cambios de trazado de éstos tanto en planta como en alzado. Se situarán asimismo en los puntos bajos para contribuir al desagüe correcto. Las dimensiones serán adecuadas a los dispositivos hidráulicos que allí incidan. Se colocarán en principio cada 50m siguiendo las recomendaciones del Canal de Isabel II.

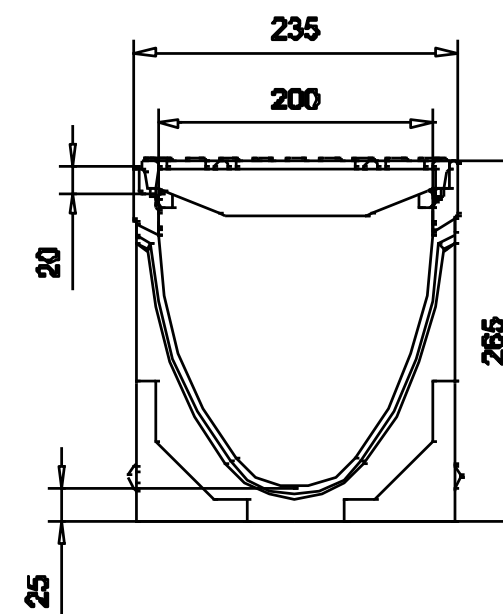
11.4.3.7. CANALETAS PREFABRICADAS

Se dispondrán en la actuación 2 debido a las limitaciones de espacio. En el tramo inicial del eje 8, tendrán rejilla de tipo D-400 que puedan aguantar las acciones del tráfico. Además, se dispondrán en la confluencia de la M-21 con este eje 8. También se colocarán en la coronación del muro situado en torno al P.K. 0+320 del eje 8 para que no vierta a la calzada contigua, con el fin de estandarizar elementos. En este caso no es indispensable que lleven rejilla al estar alejado del tráfico rodado y se presupuestarán por separado la rejilla de la canaleta al ser la reja metálica tan costosa como la propia canaleta. No se coloca caz con ranura por la posibilidad de que puedan atascarse con piedras, hojas,...

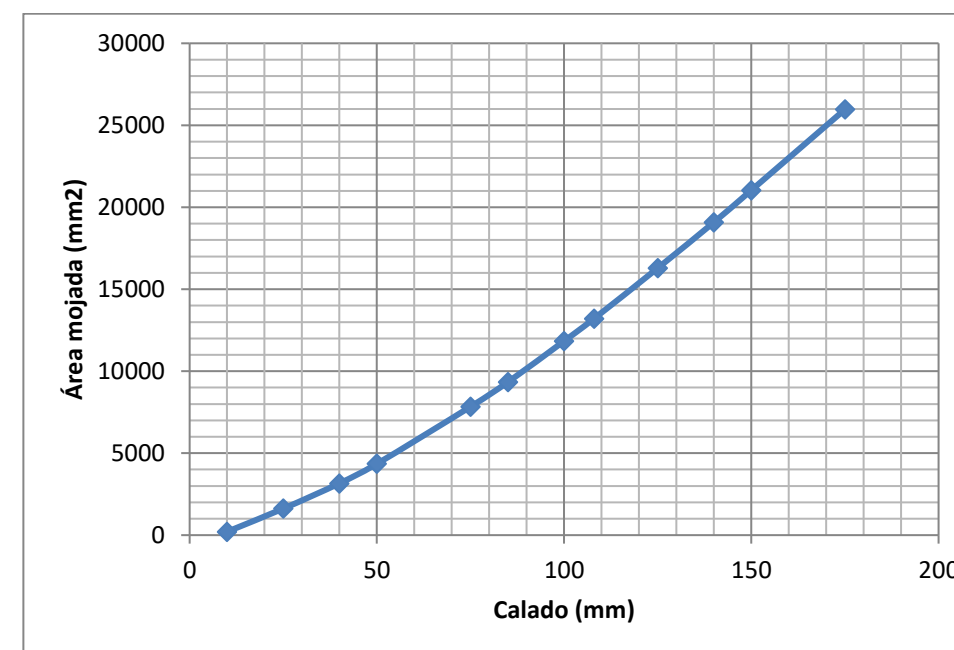
En definitiva, se colocarán según el cuadro siguiente:

Eje	Desde	Hasta	Disposición
8	0+098	0+145	Con rejilla
8	0+295	0+365	Sin rejilla

La sección de esta canaleta se muestra en la imagen siguiente



Se considera preferible la sección parabólica pues el funcionamiento hidráulico con el fondo curvado funciona mejor para caudales bajos.



Sección mojada en función del calado para la canaleta propuesta

11.4.3.8. CANALONES

Se dispondrán en los costados de los tramos de estructura para que el agua caída sobre el tablero no incida a la calzada inferior.

Serán de PVC e irán ancladas mediante “gafas” al tablero, y conectarán con una bajante en el punto inferior y de aquí irá bien a una cuneta o al terreno natural.

El caudal se calcularía de forma análoga al bordillo. El caudal a evacuar sería:

$$Q = \frac{C \times I \times A}{3.600.000}$$

Con C=1, A : el área mojada de la calzada e “I” la intensidad, que como se dedujo en el apéndice de aplicación del método racional toma un valor máximo de 70,6 mm/hora .

- Eje 20, pendiente del 4,9 % y longitud 94 m, área 564 m², por tanto Q= 0,011 m³/s
- Eje 3, pendiente del 7 % y longitud 138 m, área 828 m² Q= 0,016 m³/s

Un canalón de 250 mm de desarrollo tendría esta capacidad según la fórmula de

Manning $\frac{n^2 v^2}{Rh^{4/3}} = I$

- Eje 20, Q= 0,011 m³/s velocidad 1,8 m/s y resguardo 26 %
- Eje 3, Q= 0,016 m³/s velocidad 2,4 m/s y resguardo 18 %

Así que el canalón previsto, tiene capacidad suficiente.

APÉNDICE Nº1 CÁLCULOS DE CAUDALES

CAUDALES DE APORTACIÓN DE LAS CUENCAS VERTIENTES A CUNETAS DE DESMONTE

Periodo de retorno 25 años

Calzada Dispositivo	Caudal procedente de cuencas exteriores o de otras cunetas	P.K. Inicial	P.K. Final	Longitud (m)	Pendiente (%)	Pendiente (m/m)	Coef corrector	Sup. Pavimento (m ²)	P _s (mm)	C	Sup. taludes (m ²)	P _s (mm)	C	I1/Id	Tiempo de concentración	Coef. Uniformidad	Precipitación diaria Pd (mm)	Intensidad diaria Id (Pd/24)	Intensidad (mm/h)	Caudal procedente de cuena exterior (m ³ /s(*)	Caudal total (m ³ /s)
Eje 8																					
Cuneta derecha	Q10	0+000	0+098	98,20	1,83	0,018	1,12	1.297,42	1	0,970	198	8	0,569	10	0,167	1,008	65,25	2,719	70,661	0,091	0,118
Canaleta derecha		0+098	0+145	46,80	5,581	0,056	1,12	122,30	1	0,970	156	8	0,569	10	0,167	1,008	65,25	2,719	70,661	0,000	0,004
Cuneta derecha	Q30	0+165	0+286	121,00	6,610	0,066	1,12	711,48	1	0,970	711	8	0,569	10	0,167	1,008	65,25	2,719	70,661	0,148	0,170
Cuneta derecha		0+312	0+385	73,00	4,991	0,050	1,12	0,00	1	0,970	849	8	0,569	10	0,167	1,008	65,25	2,719	70,661	0,000	0,010
Cuneta guarda derecha	Q40	0+299	0+389	90,00	4,991	0,050	1,12	0,00	1	0,970	0	8	0,569	10	0,167	1,008	65,25	2,719	70,661	0,020	0,020
Coronación muro		0+295	0+365	70,00	1,406	0,014	1,12	504,00	1	0,970	544	8	0,569	10	0,167	1,008	65,25	2,719	70,661	0,000	0,016
Caz derecho		0+385	0+410	25,00	3,048	0,030	1,12	0,00	1	0,970	194	8	0,569	10	0,167	1,008	65,25	2,719	70,661	0,020	0,022
Cuneta derecha		0+427	0+446	19,00	1,170	0,012	1,12	123,50	1	0,970	119	8	0,569	10	0,167	1,008	65,25	2,719	70,661	0,000	0,004
Cuneta derecha		0+446	0+563	117,00	0,720	0,007	1,12	760,50	1	0,970	0	8	0,569	10	0,167	1,008	65,25	2,719	70,661	0,000	0,015
Cuneta izquierda		0+446	0+563	117,00	0,720	0,007	0,896	760,50	1	0,980	238	8	0,644	10	0,167	1,008	65,25	2,719	70,661	0,000	0,018
Cuneta derecha	Q70	0+563	0+840	277,00	1,795	0,018	0,896	5.406,85	1	0,980	372	8	0,644	10	0,167	1,008	65,25	2,719	70,661	0,521	0,631
M-14																					
Cunetón en lazo	Q90			140	8,95	0,089														0,159	0,159
M-21																					
Canaleta derecha				63,00	1,675	0,017	0,896	400,68	1	0,980	526	8	0,644	10	0,167	1,008	65,25	2,719	70,661	0,000	0,014
Eje 10																					
Cuneta derecha		0+000	0+200	200,00	1,760	0,018	0,896	2.200,00	1	0,980	0	8	0,644	10	0,190	1,009	65,25	2,719	66,230	0,405	0,445
Eje 18. Inicio																					
Después Confluencia eje 3		0+120	0+133	13	1,05	0,011	1,12	89,70	1	0,970	0,00	8	0,569	10	0,167	1,008	65,25	2,719	70,661		0,002
		0+133	0+180	47	1,01	0,010	1,12	324,30	1	0,970	0,00	8	0,569	10	0,167	1,008	65,25	2,719	70,661		0,006
Eje 3																					
Confluencia eje 18	Eje 18	0+000	0+063	63	0,92	0,009	1,12	1.122,00	1	0,970	0,00	8	0,569	10	0,167	1,008	65,25	2,719	70,661		0,022
	Eje 18	0+063	0+074	10,6	2,90	0,029	1,12	78,97	1	0,970	0,00	8	0,569	10	0,167	1,008	65,25	2,719	70,661		0,002
	Margen izq	0+105	0+129	24	2,90	0,029	1,12	178,80	1	0,970	0,00	8	0,569	10	0,167	1,008	65,25	2,719	70,661		0,003
Tramo en viaducto		0+152	0+290	138	4,96	0,050	1,12	1.028,10	1	0,970	0,00	8	0,569	10	0,167	1,008	65,25	2,719	70,662		0,020
Eje 19. M-14																					
Derecha solape eje 21		0+218	0+263	45	3,18	0,032	1,12	324,00	1	0,970	0,00	8	0,569	10	0,167	1,008	65,25	2,719	70,662	0,000	0,006
Eje 20																					
Bordillo+pie terraplén		0+000	0+100	100	3,14	0,031	1,12	1.650,00	1	0,970	0,00	8	0,569	10	0,167	1,008	65,25	2,719	70,662	0,000	0,032
Viaducto		0+100	0+194	94	4,90	0,049	1,12	658,00	1	0,970	0,00	8	0,569	10	0,167	1,008	65,25	2,719	70,662	0,000	0,013
Conexión final		0+194	0+245	51,0	4,90	0,049	1,12	357,00	1	0,970	311,10	8	0,569	10	0,167	1,008	65,25	2,719	70,662	0,000	0,010
Eje 21																					
Bordillo+pie terraplén	Eje 19	0+043	0+192	149	3,18	0,032	1,12	1.858,00	1	0,970	0,00	8	0,569	10	0,167	1,008	65,25	2,719	70,662	0,006	0,036

APÉNDICE Nº2 ESTUDIO CAPACIDADES DE CUNETAS

Comprobación capacidades de cunetas

HORMIGÓN 0,014
TIERRAS 0,032

	P.K. Inicial	P.K. final	Desagüe	Caudal (m3/s)	Cuneta	Talud interior (H/V)	Talud exterior (H/V)	Anchura fondo (m)	Altura (m)	Material	Coficiente Manning (n)	Pendiente (m/m)	Calado (m)	Llenado (%)	Velocidad (m/s)	Comprobación calado	Comprobación velocidad
Eje 8																	
Cuneta derecha	0+000,00	0+098,20	Caño en pozo	0,027	Tipo 2	2,00	2,00	0	0,175	Hormigón	0,014	1,83%	0,104202	60%	1,25	Válido	Válido
Cuneta derecha base terraplén	0+165,00	0+286,00	Caño en pozo	0,170	Tipo 3	1,00	1,00	0,5	0,5	Hormigón	0,014	2,94%	0,115408	23%	2,39	Válido	Válido
Cuneta derecha	0+312,00	0+385,00	Cuneta M-21	0,010	Tipo 2	2,00	2,00	0	0,175	Hormigón	0,014	4,99%	0,057653	33%	1,44	Válido	Válido
Cuneta derecha guarda	0+299,00	0+389,00	Cuneta M-21	0,020	Tipo 3	1,00	1,00	0,5	0,5	Hormigón	0,014	5,60%	0,026533	5%	1,40	Válido	Válido
Cuneta izquierda muro	0+299,00	0+389,00	Cuneta M-21	0,020	Tipo 3	1,00	1,00	0,5	0,5	Tierras	0,032	0,71%	0,08199	16%	0,41	Válido	Válido
Cuneta derecha	0+427,00	0+446,00	Caño	0,004	Tipo 2	2,00	2,00	0	0,175	Hormigón	0,014	1,17%	0,051678	30%	0,69	Válido	Válido
Cuneta izquierda	0+446,00	0+485,00	Caño	0,015	Tipo 2	2,00	2,00	0	0,175	Hormigón	0,014	0,72%	0,097381	56%	0,77	Válido	Válido
Cuneta derecha	0+446,00	0+563,00	Caño	0,018	Tipo 2	2,00	2,00	0	0,175	Hormigón	0,014	0,72%	0,104104	59%	0,82	Válido	Válido
Cuneta derecha	0+563,00	0+840,00	Caño	0,631	Tipo 3	1,00	1,00	0,5	0,5	Tierras	0,032	3,70%	0,355862	71%	2,07	Válido	Válido
Eje 10																	
Cuneta derecha	0+000,00	0+200,00	Caño	0,445	Tipo 3	1,00	1,00	0,5	0,5	Tierras	0,032	3,70%	0,296059	59%	1,89	Válido	Válido
Eje 3																	
	0+105,00	0+129,00	Terreno natural	0,003	Tipo 3	1,00	1,00	0,5	0,5	Tierras	0,032	2,90%	0,0182	4%	0,36	Válido	Válido
Eje 18 tramo inicial																	
	0+120,00	0+133,00	Terreno natural	0,002	Tipo 3	1,00	1,00	0,5	0,5	Tierras	0,032	3,14%	0,0156	3%	0,21	Válido	Válido
	0+133,00	0+180,00	Terreno natural	0,006	Tipo 3	1,00	1,00	0,5	0,5	Tierras	0,032	4,90%	0,0214	4%	0,56	Válido	Válido
Eje 19																	
Derecha solape eje 21	0+218,00	0+263,00	Terreno natural	0,006	Tipo 3	1,00	1,00	0,5	0,5	Tierras	0,032	1,89%	0,0309	6%	0,38	Válido	Válido
Eje 20																	
Bordillo+pie terraplén	0+000,00	0+100,00	Terreno natural	0,032	Tipo 3	1,00	1,00	0,5	0,5	Hormigón	0,014	2,63%	0,0443	9%	1,31	Válido	Válido
Conexión final	0+194,00	0+245,00	Estribo	0,010	Tipo 1	3,00	2,00	0	0,3	Hormigón	0,014	4,90%	0,0564	19%	1,30	Válido	Válido
Eje 21																	
Bordillo+pie terraplén	0+043,00	0+192,00	Terreno natural	0,036	Tipo 1	3,00	2,00	0	0,3	Hormigón	0,014	2,63%	0,0974	32%	1,50	Válido	Válido
M-14																	
			Pocillo	0,159	Tipo 3	1,00	1,00	0,5	0,5	Tierras	0,032	8,95%	0,1372	27%	1,82	Válido	Válido

Cuneta	Talud interior (H/V)	Talud exterior (H/V)	Solera (m)	Altura (m)	Talud interior		Talud exterior		T
					H	V	H	V	
Tipo 1	3,00	2,00	0	0,3	3	1	2	1	1,50
Tipo 2	2,00	2,00	0	0,175	2	1	2	1	0,70
Tipo 3	1,00	1,00	0,5	0,5	1	1	1	1	1,50

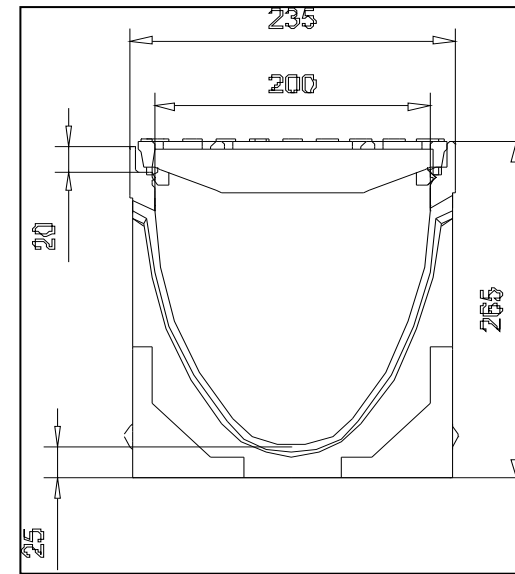
APÉNDICE Nº3 ESTUDIO CAPACIDADES DE COLECTORES, CACES Y CANALETAS

CÁLCULO DE LA CAPACIDAD DE COLECTORES Y CACES

Calzada	Caudal exterior	D.O. INICIAL	D.O. FINAL	Ø (m)	Caudal a desaguar (m ³ /s)	Q lleno	Proporción Q/Qlleno	Altura llenado	Ángulo	Superficie mojada (m ²)	Perímetro mojado (m)	Rh (m)	J media (%)	K	V lleno (m/s)	Velocidad real (m/s)
OTDL punto bajo M-21		0+098	0+098	0,40	0,01	0,1395	0,10	0,09	0,96	0,020	0,384	0,0510	0,542	70	1,11	0,727
punto bajo eje 8		0+098	0+098	0,50	0,14	0,2305	0,59	0,28	1,68	0,112	0,842	0,133	0,450	70	1,17	1,22
Caz 300		0+385	0+410	0,30	0,02	0,0747	0,29	0,11	1,30	0,024	0,390	0,060	0,720	70	1,06	0,924
Colector 600 hasta alcantarillado		Fuera del eje		0,60	0,37	0,5588	0,66	0,36	1,77	0,177	1,064	0,167	1,000	70	1,98	2,085

Capacidad canaleta con rejilla

Eje	Desde	Hasta	Caudal (m ³ /s)	Pendiente (%)	Calado (mm)	v (m/s)
8	0+098	0+145	0,0041	5,58	35,50	1,54
8	0+295	0+365	0,0158	1,41	110,27	1,16
M-21			0,0145	1,67	98,50	1,25



APÉNDICE Nº4. FICHAS DE OBRAS DE DRENAJE TRANSVERSAL

0+168

CAUDAL A DESAGUAR (m³/s)	Q _d	0,371	CUENCA Q90+Q30+Q20
--	----------------	-------	--------------------

CARACTERÍSTICAS O. D.		
Sección tipo	TUBO	
Diámetro (m)	D	0,60
Pendiente	J	1,70%
Longitud (m)	L	9,60
Rugosidad Manning	n	0,014
Coeficiente de pérdidas a la entrada	Ke	0,30
Número de elementos	1	
Caudal Obra (m ³ /s)	Q	0,371
Rehundido a la entrada (m)	0,150	

RÉGIMEN UNIFORME		
Calado (m)	y _n	0,300
Área (m ²)	A	0,141
Perímetro mojado (m)	P	0,942
Velocidad (m/s)	v	2,628
Energía específica (m)	E	0,652
Nº de Froude	F	1,730
Tipo de régimen	RÁPIDO	

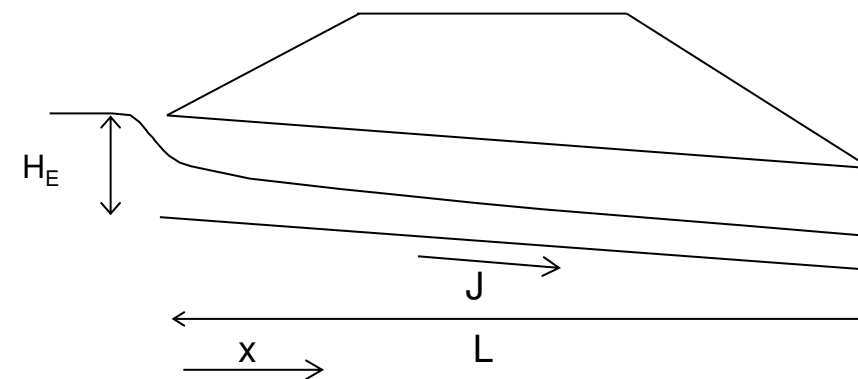
RÉGIMEN CRÍTICO		
Calado (m)	y _c	0,399
Área (m ²)	A	0,200
Perímetro mojado (m)	P	1,144
Pendiente (m/m)	J _c	0,69%
Velocidad (m/s)	v	1,859
Energía específica (m)	E	0,575

CAUDAL A SECCIÓN LLENA (m³/s)	0,743
---	-------

CAUCE NATURAL					
Ancho	6,00	H/V izq	3,00	H/V der	3,00
Pdte	10,82%	n	0,032		

Daños previsible	MEDIOS
-------------------------	--------

Superficie cuenca (km²)	0,036
---	-------



CURVA DE REMANSO			
x (m)	y (m)	v (m/s)	F
0,00	0,40	1,86	1,00
0,96	0,36	2,09	1,21
1,92	0,35	2,17	1,29
2,88	0,34	2,24	1,35
3,84	0,33	2,29	1,40
4,80	0,33	2,33	1,44
5,76	0,33	2,36	1,47
6,72	0,32	2,39	1,50
7,68	0,32	2,41	1,52
8,64	0,32	2,44	1,54
9,60	0,32	2,46	1,56

CONDICIONES CONTROL DE ENTRADA	
CONDUCTO RECTO	SÍ
SECCIÓN CONSTANTE	SÍ
L / J < (L / J) _{lím.}	SÍ
H _E < H _E máx.	SÍ
J >= J _c	SÍ
Calado SIN RESTRICCIONES a la salida	SÍ

CONTROL DE ENTRADA

VALORES A LA ENTRADA	
Elevación a la entrada H _E (m)	0,628
H _E < 1,2 · D	SÍ

ENTRADA NO SUMERGIDA	
Calado en cauce a la entrada (m)	0,046
Sobreelevación (m)	--

v < 6 m/s	SÍ
J <= 7%	SÍ

EROSIÓN LOCALIZADA	
δ (m)	0,315
Nivel del agua en el cauce a la salida	ALTO
e (m)	0,870
Profundidad mínima rastrillo (m)	0,218

0+455

CAUDAL A DESAGUAR (m³/s)	Q _d	0,114	CUENCA Q60
--	----------------	-------	-------------------

CARACTERÍSTICAS O. D.		
Sección tipo	TUBO	
Diámetro (m)	D	0,80
Pendiente	J	3,63%
Longitud (m)	L	12,00
Rugosidad Manning	n	0,014
Coeficiente de pérdidas a la entrada	Ke	0,30
Número de elementos	1	
Caudal Obra (m ³ /s)	Q	0,114
Rehundido a la entrada (m)	0,000	

RÉGIMEN UNIFORME		
Calado (m)	y _n	0,120
Área (m ²)	A	0,047
Perímetro mojado (m)	P	0,636
Velocidad (m/s)	v	2,405
Energía específica (m)	E	0,415
Nº de Froude	F	2,669
Tipo de régimen	RÁPIDO	

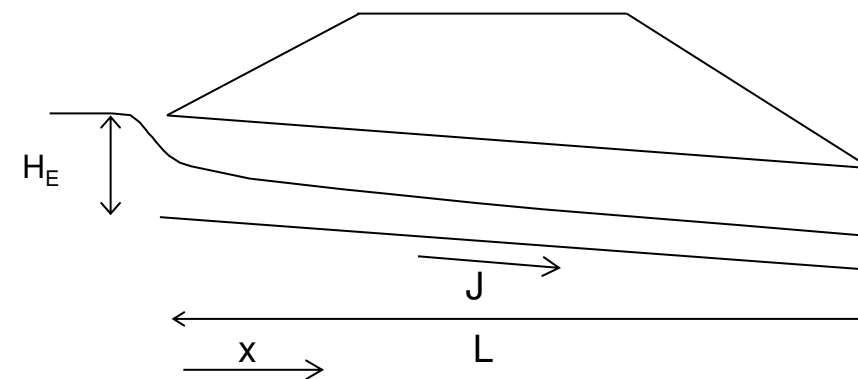
RÉGIMEN CRÍTICO		
Calado (m)	y _c	0,198
Área (m ²)	A	0,097
Perímetro mojado (m)	P	0,833
Pendiente (m/m)	J _c	0,48%
Velocidad (m/s)	v	1,173
Energía específica (m)	E	0,268

CAUDAL A SECCIÓN LLENA (m³/s)	2,339
---	-------

CAUCE NATURAL					
Ancho	3,00	H/V izq	1,0	H/V der	1,0
Pdte	3,89%	n	0,032		

Daños previsible	MEDIOS
-------------------------	---------------

Superficie cuenca (km²)	0,015
---	--------------



CURVA DE REMANSO			
x (m)	y (m)	v (m/s)	F
0,00	0,20	1,17	1,00
1,20	0,15	1,70	1,66
2,40	0,14	1,89	1,92
3,60	0,14	2,02	2,10
4,80	0,13	2,11	2,24
6,00	0,13	2,18	2,33
7,20	0,13	2,23	2,41
8,40	0,12	2,27	2,47
9,60	0,12	2,30	2,51
10,80	0,12	2,32	2,55
12,00	0,12	2,34	2,57

CONDICIONES CONTROL DE ENTRADA	
CONDUCTO RECTO	SÍ
SECCIÓN CONSTANTE	SÍ
L / J < (L / J) _{lím.}	SÍ
H _E < H _E máx.	SÍ
J >= J _c	SÍ
Calado SIN RESTRICCIONES a la salida	SÍ

CONTROL DE ENTRADA

VALORES A LA ENTRADA	
Elevación a la entrada H _E (m)	0,289
H _E < 1,2 · D	SÍ

ENTRADA NO SUMERGIDA

Calado en cauce a la entrada (m)	0,047
Sobreelevación (m)	0,242

SOBREELEVACIÓN VÁLIDA

v < 6 m/s	SÍ
J <= 7%	SÍ

EROSIÓN LOCALIZADA	
δ (m)	0,076
Nivel del agua en el cauce a la salida	ALTO
e (m)	0,569
Profundidad mínima rastrillo (m)	0,142

0+168 hincada

CAUDAL A DESAGUAR (m³/s)	Q_d	0,371	CUENCA Q90+Q30+Q20
---------------------------------	-------	-------	---------------------------

CARACTERÍSTICAS O. D.		
Sección tipo	TUBO	
Diámetro (m)	D	0,60
Pendiente	J	1,72%
Longitud (m)	L	34,00
Rugosidad Manning	n	0,015
Coeficiente de pérdidas a la entrada	Ke	1,00
Número de elementos	1	
Caudal Obra (m³/s)	Q	0,371
Rehundido a la entrada (m)	0,150	

RÉGIMEN UNIFORME		
Calado (m)	y_n	0,311
Área (m²)	A	0,148
Perímetro mojado (m)	P	0,965
Velocidad (m/s)	v	2,506
Energía específica (m)	E	0,631
Nº de Froude	F	1,610
Tipo de régimen	RÁPIDO	

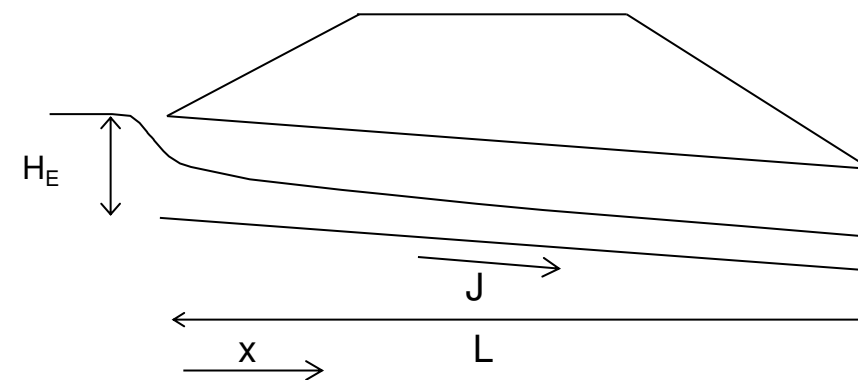
RÉGIMEN CRÍTICO		
Calado (m)	y_c	0,399
Área (m²)	A	0,200
Perímetro mojado (m)	P	1,144
Pendiente (m/m)	J_c	0,80%
Velocidad (m/s)	v	1,859
Energía específica (m)	E	0,575

CAUDAL A SECCIÓN LLENA (m³/s)	0,698
--------------------------------------	-------

CAUCE NATURAL					
Ancho	2,00	H/V izq	1000,00	H/V der	1000,00
Pdte	1,72%	n	0,032		

Daños previsibles	MEDIOS
--------------------------	--------

Superficie cuenca (km²)	0,100
--------------------------------	-------



CURVA DE REMANSO			
x (m)	y (m)	v (m/s)	F
0,00	0,40	1,86	1,00
3,40	0,34	2,26	1,38
6,80	0,32	2,39	1,50
10,20	0,32	2,47	1,57
13,60	0,31	2,52	1,62
17,00	0,31	2,55	1,65
20,40	0,30	2,57	1,67
23,80	0,30	2,59	1,69
27,20	0,30	2,60	1,70
30,60	0,30	2,61	1,71
34,00	0,30	2,61	1,72

CALADO UNIFORME

CONDICIONES CONTROL DE ENTRADA	
CONDUCTO RECTO	SÍ
SECCIÓN CONSTANTE	SÍ
$L / J < (L / J)_{lim.}$	SÍ
$H_E < H_E \text{ máx.}$	SÍ
$J \geq J_c$	SÍ
Calado SIN RESTRICCIONES a la salida	SÍ
CONTROL DE ENTRADA	

VALORES A LA ENTRADA	
Elevación a la entrada H_E (m)	0,725
$H_E < 1,2 \cdot D$	NO
ENTRADA SUMERGIDA	

Calado en cauce a la entrada (m)	0,034
Sobreelevación (m)	0,541
Superficie de inundación (ha)	0,100
$k \cdot L$	3,400
SOBREELEVACIÓN VÁLIDA	

$v < 6 \text{ m/s}$	SÍ
$J \leq 7\%$	SÍ

EROSIÓN LOCALIZADA	
δ (m)	0,297
Nivel del agua en el cauce a la salida	ALTO
e (m)	0,847
Profundidad mínima rastrillo (m)	0,212

CAUDAL A DESAGUAR (m³/s)	Q _d	0,155	CUENCA
--	----------------	-------	---------------

CARACTERÍSTICAS O. D.		
Sección tipo	TUBO	
Diámetro (m)	D	0,50
Pendiente	J	1,00%
Longitud (m)	L	35,00
Rugosidad Manning	n	0,015
Coeficiente de pérdidas a la entrada	Ke	0,10
Número de elementos	1	
Caudal Obra (m ³ /s)	Q	0,155
Rehundido a la entrada (m)	0,000	

RÉGIMEN UNIFORME		
Calado (m)	y _n	0,242
Área (m ²)	A	0,094
Perímetro mojado (m)	P	0,769
Velocidad (m/s)	v	1,644
Energía específica (m)	E	0,380
Nº de Froude	F	1,209
Tipo de régimen	RÁPIDO	

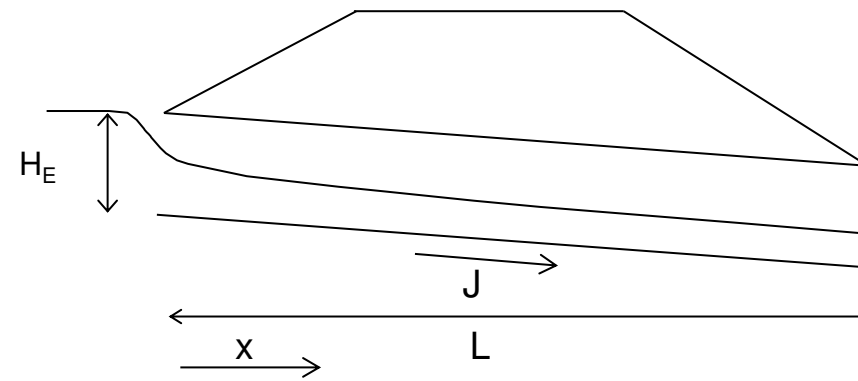
RÉGIMEN CRÍTICO		
Calado (m)	y _c	0,267
Área (m ²)	A	0,107
Perímetro mojado (m)	P	0,820
Pendiente (m/m)	J _c	0,72%
Velocidad (m/s)	v	1,449
Energía específica (m)	E	0,374

CAUDAL A SECCIÓN LLENA (m³/s)	0,327
---	-------

CAUCE NATURAL					
Ancho	5,00	H/V izq	2,00	H/V der	2,00
Pdte	2,90%	n	0,032		

Daños previsibles	MEDIOS
--------------------------	--------

Superficie cuenca (km²)	0,014
---	-------



CURVA DE REMANSO			
x (m)	y (m)	v (m/s)	F
0,00	0,27	1,45	1,00
3,50	0,25	1,61	1,17
7,00	0,24	1,63	1,20
8,09	0,24	1,64	1,20

CALADO UNIFORME

CONDICIONES CONTROL DE ENTRADA	
CONDUCTO RECTO	SÍ
SECCIÓN CONSTANTE	SÍ
$L / J < (L / J)_{\text{lim}}$	SÍ
$H_E < H_E \text{ máx.}$	SÍ
$J \geq J_c$	SÍ
Calado SIN RESTRICCIONES a la salida	SÍ

CONTROL DE ENTRADA

VALORES A LA ENTRADA	
Elevación a la entrada H _E (m)	0,385
$H_E < 1,2 \cdot D$	SÍ

ENTRADA NO SUMERGIDA

Calado en cauce a la entrada (m)	0,045
Sobreelevación (m)	0,340

SOBREELEVACIÓN VÁLIDA

$v < 6 \text{ m/s}$	SÍ
$J \leq 7\%$	SÍ

EROSIÓN LOCALIZADA	
δ (m)	0,185
Nivel del agua en el cauce a la salida	ALTO
e (m)	0,620
Profundidad mínima rastrillo (m)	0,155

APÉNDICE Nº5. CÁLCULO DE LA RESISTENCIA MECÁNICA DE LOS TUBOS

5.1 CAÑO 0+168

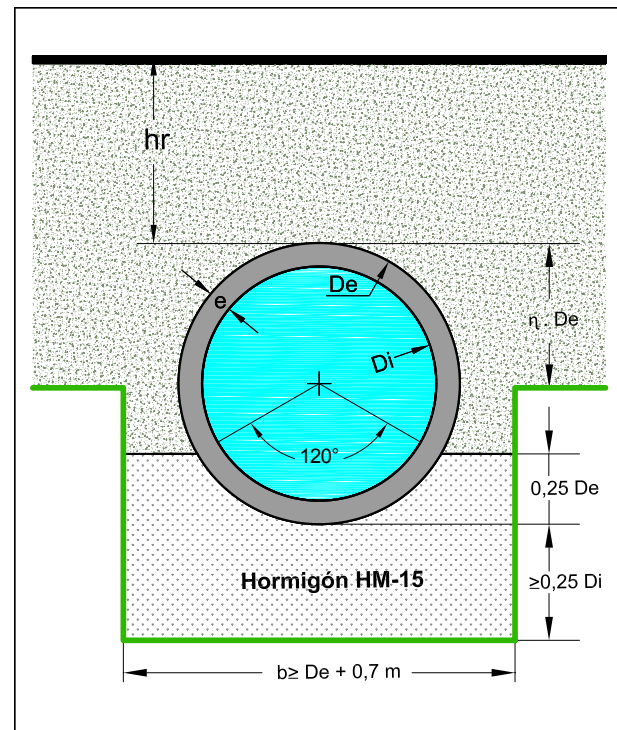
Cálculo Terraplén

DATOS DE SERVICIO

Diámetro interior, D_i	600 mm
Espesor, e	75 mm
Diámetro Exterior, D_e	750 mm
Altura de relleno, h_r	0,87 m
Factor de apoyo terraplén	3,4
Razón de proyección, η	0,4

Tipo de apoyo

Tipo A: Apoyo en hormigón 120°



Carga puntual

Carga	20 t
Distancia	1,25 m

Carga distribuida

Carga	2 t/m ²
-------	--------------------

Terreno

Tipo de terreno	Arenas y gravas
$\lambda \mu'$	0,17
λ	0,33
Peso específico, γ_r	17,6 kN/m ³
Tipo de base	Suelo Natural Ordinario

Cargas de tráfico

Tráfico automovilístico	IAP 2011
Tráfico ferroviario	Ninguna
Velocidad de proyecto	Velocidad no mayor de 120 km/h
Tráfico de Aeronaves	Ninguno

CÁLCULOS FINALES

Identificación de proyecto

Cliente MIFO
Obra Peineta

Cargas

Carga total terraplén	106,01 kN/m
Carga mínima de rotura	77,87 kN/m ²
Carga mínima de fisuración	51,91 kN/m ²

Clase resistente (clasificación tipo A)

CLASE III

Clase resistente (clasificación tipo E)

CLASE 90

AVISO: Esta Asociación no se responsabiliza del uso inadecuado de este programa de cálculo. Los resultados deben ser revisados por un técnico competente.

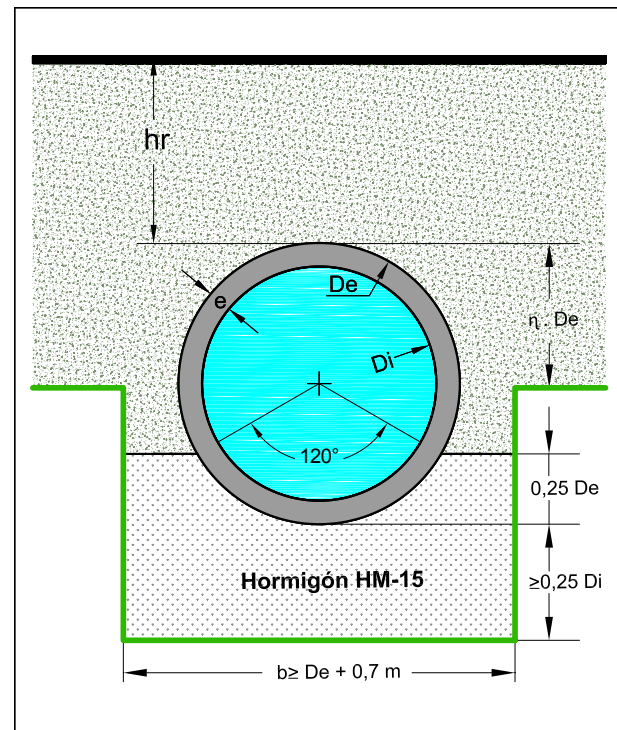
Cálculo Terraplén

DATOS DE SERVICIO

Diámetro interior, D_i	600 mm
Espesor, e	75 mm
Diámetro Exterior, D_e	750 mm
Altura de relleno, h_r	1,64 m
Factor de apoyo terraplén	3,35
Razón de proyección, η	0,4

Tipo de apoyo

Tipo A: Apoyo en hormigón 120°



Carga puntual

Carga	20 t
Distancia	1,25 m

Carga distribuida

Carga	2 t/m ²
-------	--------------------

Terreno

Tipo de terreno	Arenas y gravas
$\lambda \mu'$	0,17
λ	0,33
Peso específico, γ_r	17,6 kN/m ³
Tipo de base	Suelo Natural Ordinario

Cargas de tráfico

Tráfico automovilístico	IAP 2011
Tráfico ferroviario	Ninguna
Velocidad de proyecto	Velocidad no mayor de 120 km/h
Tráfico de Aeronaves	Ninguno

CÁLCULOS FINALES

Identificación de proyecto

Cliente MIFO
Obra Peineta

Cargas

Carga total terraplén	91,22 kN/m
Carga mínima de rotura	68,04 kN/m ²
Carga mínima de fisuración	45,36 kN/m ²

Clase resistente (clasificación tipo A)

CLASE II

Clase resistente (clasificación tipo E)

CLASE 90

AVISO: Esta Asociación no se responsabiliza del uso inadecuado de este programa de cálculo. Los resultados deben ser revisados por un técnico competente.

5.2 CAÑO 0+455

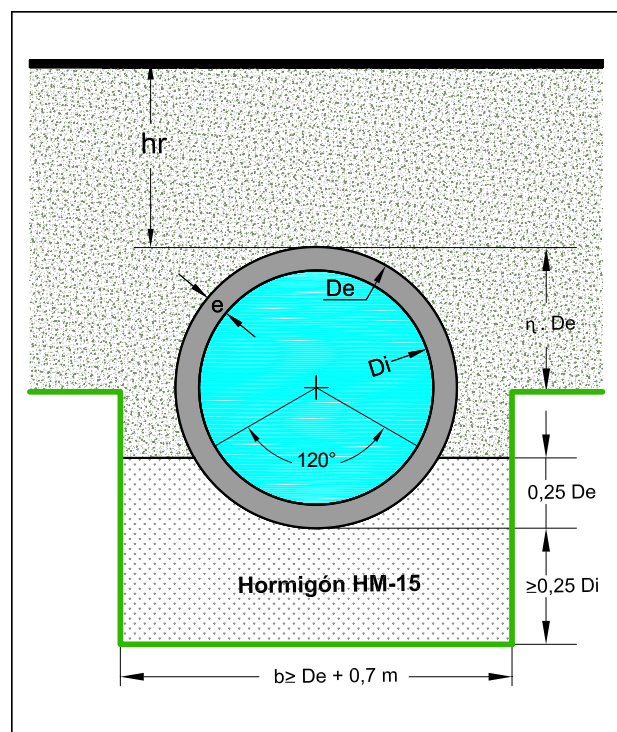
Cálculo Terraplén

DATOS DE SERVICIO

Diámetro interior, D_i	800 mm
Espesor, e	95 mm
Diámetro Exterior, D_e	990 mm
Altura de relleno, h_r	0.66 m
Factor de apoyo terraplén	3,47
Razón de proyección, η	0,4

Tipo de apoyo

Tipo A: Apoyo en hormigón 120°



Carga puntual

Carga	20 t
Distancia	1.25 m

Carga distribuida

Carga	2 t/m ²
-------	--------------------

Terreno

Tipo de terreno	Arenas y gravas
$\lambda \mu'$	0,17
λ	0,33
Peso específico, γ_r	17,6 kN/m ³
Tipo de base	Suelo Natural Ordinario

Cargas de tráfico

Tráfico automovilístico	IAP 2011
Tráfico ferroviario	Ninguna
Velocidad de proyecto	Velocidad no mayor de 120 km/h
Tráfico de Aeronaves	Ninguno

CÁLCULOS FINALES

Identificación de proyecto

Cliente MIFO
Obra Peineta

Cargas

Carga total terraplén	154,5 kN/m
Carga mínima de rotura	83,56 kN/m ²
Carga mínima de fisuración	55,7 kN/m ²

Clase resistente (clasificación tipo A)

CLASE III

Clase resistente (clasificación tipo E)

CLASE 90

AVISO: Esta Asociación no se responsabiliza del uso inadecuado de este programa de cálculo. Los resultados deben ser revisados por un técnico competente.

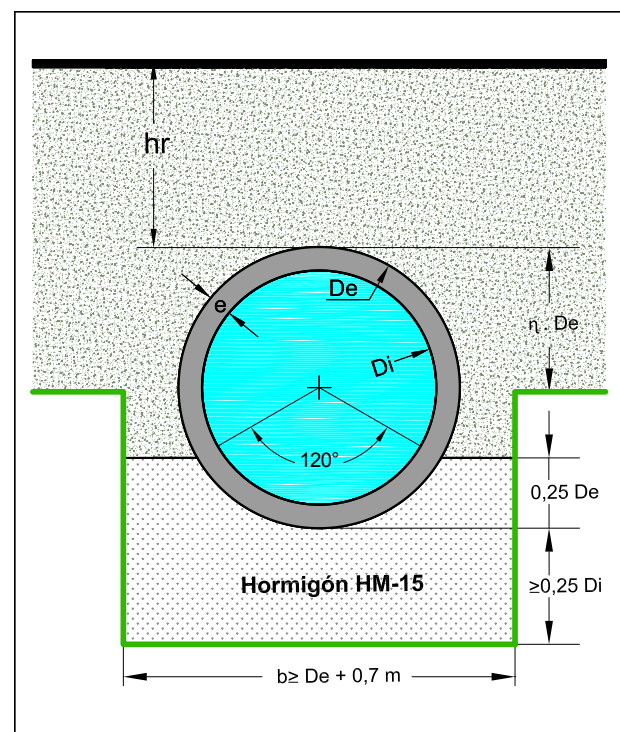
Cálculo Terraplén

DATOS DE SERVICIO

Diámetro interior, D_i	800 mm
Espesor, e	95 mm
Diámetro Exterior, D_e	990 mm
Altura de relleno, h_r	0.46 m
Factor de apoyo terraplén	3,5
Razón de proyección, η	0,4

Tipo de apoyo

Tipo A: Apoyo en hormigón 120°



Carga puntual

Carga	20 t
Distancia	1.25 m

Carga distribuida

Carga	2 t/m ²
-------	--------------------

Terreno

Tipo de terreno	Arenas y gravas
$\lambda \mu'$	0,17
λ	0,33
Peso específico, γ_r	17,6 kN/m ³
Tipo de base	Suelo Natural Ordinario

Cargas de tráfico

Tráfico automovilístico	IAP 2011
Tráfico ferroviario	Ninguna
Velocidad de proyecto	Velocidad no mayor de 120 km/h
Tráfico de Aeronaves	Ninguno

CÁLCULOS FINALES

Identificación de proyecto

Cliente MIFO
Obra Peineta

Cargas

Carga total terraplén	193,36 kN/m
Carga mínima de rotura	103,71 kN/m ²
Carga mínima de fisuración	69,14 kN/m ²

Clase resistente (clasificación tipo A)

CLASE IV

Clase resistente (clasificación tipo E)

CLASE 135

AVISO: Esta Asociación no se responsabiliza del uso inadecuado de este programa de cálculo. Los resultados deben ser revisados por un técnico competente.

