

ANEJO Nº 11 – DRENAJE

ANEJO Nº 11 – DRENAJE

ÍNDICE

1	INTRODUCCIÓN Y OBJETO	3		
2	NORMATIVA Y BIBLIOGRAFÍA APLICABLE	3		
3	CONSIDERACIONES GENERALES	4		
3.1	PLIEGO DE PRESCRIPCIONES TÉCNICAS PARTICULARES	4		
3.2	CONDICIONANTES MEDIOAMBIENTALES	5		
3.3	CONDICIONANTES ESTABLECIDOS POR AGUAS DE GALICIA Y EL PLAN HIDROLÓGICO	6		
3.4	CONDICIONANTES ESTABLECIDOS POR LA XUNTA DE GALICIA. DIRECCIÓN XERAL DE CONSERVACIÓN DA NATUREZA	8		
3.5	CONSTRUCCIÓN Y CONSERVACIÓN.....	8		
4	PERIODOS DE RETORNO ADOPTADOS	8		
5	DISEÑO DEL DRENAJE	9		
6	DRENAJE TRANSVERSAL	10		
6.1	CAUCES PRINCIPALES	10		
6.2	CAUCES SECUNDARIOS.....	11		
6.2.1	CRITERIOS DE DIMENSIONAMIENTO	11		
6.2.2	COMPROBACIÓN DE LAS OBRAS PROYECTADAS	12		
6.2.3	ESTUDIO DE EROSIONES	15		
6.2.4	ESTUDIO DE ATERRAMIENTOS.....	17		
6.2.5	CUNETONES.....	18		
6.2.6	BADENES	18		
7	DRENAJE LONGITUDINAL	19		
7.1	ESTIMACIÓN DE CAUDALES A DESAGUAR.....	20		
7.2	CÁLCULOS HIDRÁULICOS	21		
7.3	DEFINICIÓN Y COMPROBACIÓN DE LOS ELEMENTOS DE DRENAJE ..	22		
7.3.1	DRENAJE DE LA PLATAFORMA.....	22		
7.3.2	CUNETAS	22		
7.3.3	BORDILLOS Y BAJANTES PREFABRICADAS	27		
7.3.4	COLECTORES, OTDL Y PASACUNETAS.....	28		
7.3.5	ARQUETAS	29		
8	DRENAJE SUBTERRÁNEO	29		
8.1.1	INTRODUCCIÓN	29		
8.1.2	RECORRIDO DE LAS AGUAS INFILTRADAS	29		
8.1.3	EVACUACIÓN DE LAS AGUAS INFILTRADAS	30		
8.1.4	CRITERIOS FUNCIONALES	30		
8.1.5	DIMENSIONAMIENTO	31		
8.1.6	ELEMENTOS DEL DRENAJE DEL FIRME	31		
	APÉNDICES.....	33		
	APÉNDICE 1 – CÁLCULOS HIDRÁULICOS DE LAS OBRAS DE DRENAJE TRANSVERSAL	35		
	APÉNDICE 2 – CÁLCULOS HIDRÁULICOS CUNETONES	55		
	APÉNDICE 3 – CAUDALES DE CÁLCULO DE DRENAJE TRANSVERSAL DE VÍAS DE SERVICIO Y CAMINOS	63		
	APÉNDICE 4 – CAPACIDAD DE LAS CUNETAS EN FUNCIÓN DE LA PENDIENTE	67		
	APÉNDICE 5 – DETERMINACIÓN CLASE RESISTENTE TUBOS DE HORMIGÓN ARMADO	71		
	APÉNDICE 6 – CONTACTOS CON AGUAS DE GALICIA.....	75		

ANEJO 11 - DRENAJE

1 INTRODUCCIÓN Y OBJETO

El objeto del presente anejo es el dimensionamiento y definición de las obras de drenaje destinadas a la consecución de tres fines fundamentales:

- La eliminación del agua de la calzada de la vía de manera que esta pueda prestar un servicio adecuado en cualquier circunstancia climática (drenaje longitudinal).
- Evitar que las obras proyectadas constituyan una barrera frente a la circulación del agua de manera que cause perjuicios en los bienes y servicios anejos a la vía (drenaje transversal).
- Limitar los efectos perniciosos que causa la saturación de la explanada en cuanto a la reducción de la vida útil de la vía y a los gastos de mantenimiento que genera el deterioro de la misma.

Para conseguir un adecuado diseño del drenaje este ha de cumplir las siguientes condiciones:

- a) Evacuación eficaz del agua que precipita sobre la calzada o su entorno, de modo que no se produzcan encharcamientos que resultarían peligrosos para el tráfico.
- b) Franqueamiento de los cursos de agua que atraviesa la carretera de manera que no se produzcan distorsiones apreciables en el flujo de los mismos. En este sentido la solución diseñada ha de ser tal que:
 - No produzca aumentos en los niveles alcanzados por las aguas durante la avenida que pudieran inundar zonas anteriormente exentas de este riesgo.
 - No cause cambios en el régimen de circulación que puedan producir socavaciones o depósitos en lugares que previamente no padecieran estas contingencias.
- c) Restablecimiento de la red de drenaje preexistente en la traza. Este restablecimiento ha de conseguir:
 - Evitar los embalsamientos de agua que pudiera producir la infraestructura.
 - Desalojar los caudales que atraviesan la vía, en puntos en los que o bien no causen perjuicio o que, en cualquier caso, éste perjuicio no sea mayor que el que se producía antes de la existencia de la vía.
- d) Protección de la propia infraestructura frente a los efectos nocivos del agua sobre la misma. Estos efectos pueden clasificarse en las siguientes categorías:
 - Erosión de taludes en desmontes y terraplenes al discurrir el agua sobre su superficie.
 - Socavación de los apoyos de las estructuras, debida al arrastre de sólidos ejercida por el agua.

- Deterioro y deformación de la explanada producidos por cargas que actúan sobre capas de firme saturadas.

La solución del drenaje se ha planteado dividiendo el problema en las siguientes etapas:

- Determinación de los caudales a evacuar, cuyo cálculo se lleva a cabo en el apartado de Hidrología del Anejo nº 4. Climatología e Hidrología en lo referente al caudal para obras de drenaje transversal de la carretera.
- Dimensionamiento de los dispositivos destinados al desalojo de estos caudales. Este dimensionamiento es el objeto propiamente dicho del presente documento.

Por otra parte, y con el fin de dotar al documento de un orden expositivo adecuado, se ha dividido el estudio del drenaje en los siguientes apartados generales:

- Consideraciones generales. En este apartado se exponen los condicionantes de diseño de diversa índole que han sido adoptados para el proyecto de las obras objeto del presente documento.
- Drenaje transversal. En esta sección se detalla el diseño y los cálculos efectuados para el dimensionamiento de las obras de drenaje transversal, encargadas de conseguir las condiciones definidas en los apartados b y c del párrafo anterior.
- Drenaje longitudinal. Este apartado se dedica a la exposición del diseño y dimensionamiento de las obras de drenaje longitudinal cuyo fin es la consecución de las condiciones a las que se refieren los apartados a y d del párrafo anterior (en lo que atañe a la erosión de taludes y al drenaje de la explanada).

2 NORMATIVA Y BIBLIOGRAFÍA APLICABLE

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

NORMATIVA Y LEGISLACIÓN VIGENTE

- Norma 5.2-IC Drenaje Superficial de la Instrucción de Carreteras. Ministerio de Fomento (2016).
- Recomendaciones para el proyecto y construcción del drenaje subterráneo en obras de carretera. Dirección General de Carreteras (Orden Circular 17/2003).
- Máximas lluvias diarias en la España peninsular. Dirección General de Carreteras, 1999.
- Cálculo hidrometeorológico de caudales máximos en pequeñas cuencas naturales, Dirección General de Carreteras, mayo de 1987.
- Plan Hidrológico Demarcación Hidrográfica de Galicia – Costa.

BIBLIOGRAFÍA TÉCNICA ADICIONAL

- Versión modificada del método hidrometeorológico, presentada por su autor (J.R. Témez) en una comunicación al XXIV Congreso de la Asociación Internacional de Investigaciones Hidráulicas (Madrid 1991), y reproducida en lengua castellana en el nº 82 de la Revista "Ingeniería Civil" (1991).
- Norma 5.1-IC DRENAJE. MOPU (parcialmente derogada) (1982).
- Norma 4.1.- IC PEQUEÑAS OBRAS DE FÁBRICA. MOPU (1986).
- Drenaje transversal de carreteras. Obras pequeñas de paso. Dimensionamiento hidráulico. MOPU (1983).
- Colección de pequeñas obras de paso. MOPU (1986).
- Normas Técnicas para las carreteras de Vizcaya. Diputación Foral de Vizcaya (1988).
- Drenaje y pequeñas obras de fábrica para carreteras locales. Asociación Española de la Carretera (2001).
- Control de la erosión fluvial en puentes. MOPU (1988).
- Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para obras de carreteras y puentes. MOPU (2004).
- Nota informativa sobre Capas drenantes en firmes (4-4-91).
- Bases metodológicas del mapa de caudales máximos de las cuencas intercomunitarias. Ministerio de Fomento – CEDEX (2013).

3 CONSIDERACIONES GENERALES

3.1 PLIEGO DE PRESCRIPCIONES TÉCNICAS PARTICULARES

De acuerdo con las prescripciones del Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares que rige los trabajos objeto del presente Proyecto, los condicionantes de diseño serán los siguientes:

Condiciones en el drenaje longitudinal

El drenaje de la plataforma y márgenes de la carretera comprenderá la recogida, conducción y desagüe de los caudales procedentes de la escorrentía superficial de los mismos y de sus zonas aledañas vertientes. Para definir la red de drenaje de la plataforma y márgenes se tendrán presentes las características del sistema hidrológico de la zona y la Declaración de Impacto Ambiental, cuando exista, evitando en cualquier caso el vertido directo accidental de las aguas de escorrentía de la plataforma de la carretera a los cursos de agua permanentes.

Se utilizarán preferentemente dispositivos superficiales, caces y cunetas, cuyos costes de construcción y conservación son inferiores a los dispositivos enterrados (sumideros, colectores). Para el proyecto del drenaje se tendrán en cuenta los criterios que respecto a tipología de elementos y características de los mismos se definen en la Norma 5.2-IC.

En general, se proyectarán salidas de las cunetas y caces con una distancia máxima de 500 m. Las salidas se resolverán mediante arquetas de hormigón con arenoso, desagües por medio de bajantes, o bien a través de obras transversales para drenaje longitudinal (O.T.D.L.) habilitadas al efecto. También será admisible el vertido a una obra de drenaje transversal, mediante la arqueta correspondiente, debiéndose analizar, en estos casos, la incidencia en la ejecución de las obras y el funcionamiento posterior de la obra de drenaje transversal.

Se proyectarán los detalles precisos para pasar de un tipo de dispositivo de drenaje a otro, tales como empalmes en arquetas, partidores, etc., de forma que se asegure la continuidad de la red.

Se proyectarán cunetas de guarda en la coronación de los taludes en los desmontes y de pie en los espaldones de terraplenes para proteger estos elementos allí donde la escorrentía superficial del terreno se dirija hacia ellos.

Se intentará evitar que la carretera intercepte vaguadas en desmonte o trinchera (vaguadas colgadas). En caso de que no sea posible, el caudal a considerar para dimensionar los elementos de desagüe (bajante en el punto bajo de la coronación de desmonte, cunetas y colectores) es el correspondiente a 100 años de periodo de retorno. En las bajantes que conducen sus aguas al drenaje longitudinal de la trinchera (cuneta o colector) se procurará:

- Que los caudales unitarios por metro de ancho no excedan de 1 m³/s.
- Que para alturas de caída superiores a 3 m, la bajante sea escalonada, siguiendo una inclinación más tendida que el talud de desmonte para crear un cuenco de recogida en cabecera que concentre la entrada de agua a la bajante.

La sección tipo de las cunetas, así como los restantes detalles de los elementos que integren el sistema de drenaje de la plataforma y márgenes, se definirán con toda exactitud en los planos del Proyecto.

Condiciones en el drenaje transversal

El dimensionamiento hidráulico de los elementos de drenaje transversal se realizará siguiendo los métodos indicados en la Norma 5.2-IC.

En el dimensionamiento de las obras y elección de su tipología se tendrán en cuenta los costes de construcción y conservación, evitando en lo posible obras multicelulares por el peligro de obstrucción.

En todos los casos se procurará, dentro de lo posible, dimensionar cada obra de fábrica, de manera que la sección de control del flujo esté a la entrada de la misma y que la altura de agua que se produce en el remanso respecto a la cota de la solera en la entrada de la obra de drenaje sea menor de 1,2 veces el diámetro del tubo o de la altura libre ($H_E < 1,2 D$), con el fin de evitar la posibilidad de que se produzcan daños materiales a las propiedades colindantes.

Este último aspecto deberá ser tenido en cuenta especialmente en los casos en los que el cauce natural de la escorrentía no exista, o no esté bien definido, y quepa entonces la posibilidad de que no se alcance el régimen uniforme antes de la entrada del flujo en el conducto transversal correspondiente. En estos casos, deberá relacionarse la capacidad de desagüe de la sección (Q) con la altura de energía específica del agua (H_E) inmediatamente antes de la embocadura, que para el caso de que se formen remansos coincidirá, dada la pequeña velocidad de aproximación del agua, con el nivel máximo que alcance la superficie libre con respecto al umbral inferior de la obra de fábrica de desagüe. De esta manera podrá dimensionarse la obra de fábrica para un determinado caudal de cálculo Q , y conocer H_E , que determinará la posible existencia de daños a terceros.

Cuando los niveles de agua a la salida de la ODT, o las características de la ODT (pendiente, longitud, rugosidad) influyen a los niveles de aguas arriba, la altura de agua a la entrada de la ODT deberá ser calculada preferentemente mediante métodos basados en el análisis de las curvas de remanso.

La comprobación hidráulica de la ODT debe comprender:

- Cuando el caudal de proyecto es superior a $20 \text{ m}^3/\text{s}$, o las circunstancias así lo aconsejen, se debe hacer un estudio hidráulico del cauce mediante modelización numérica, teniendo en cuenta el riesgo de obstrucción y haciendo las mismas comprobaciones de la superficie de inundación que las usuales en el proyecto de puentes.
- El resguardo entre la lámina de agua aguas arriba y la calzada debe ser superior a 1 m. La ODT debe ser capaz de desaguar el caudal de proyecto, con los resguardos necesarios para tener en cuenta el riesgo de obstrucción y comprobándose que la velocidad media de la corriente es inferior a las velocidades máximas admisibles indicadas en la Norma 5.2 I.C.
- La ODT no debe entrar en carga para el caudal de proyecto.
- Se estudiará el riesgo de aterramiento y de erosión, y se proyectarán las medidas de protección necesarias.

Condiciones del drenaje profundo del firme

El proyecto del drenaje subterráneo se llevará a cabo siguiendo las directrices de la Orden Circular 17/2003 sobre “Recomendaciones para el proyecto y construcción del drenaje subterráneo en obras de carretera”.

En especial debe evitarse en el proyecto del drenaje de la carretera que las aguas del drenaje superficial lleguen a introducirse en los elementos del drenaje subterráneo.

Como criterios de proyecto, deben contemplarse:

- Se debe evitar la penetración de agua superficial a la explanada por infiltración a través de la calzada, arcenes, bermas y medianas, por lo que debe realizarse un tratamiento correcto de estos elementos de acuerdo con los detalles y especificaciones de las Recomendaciones.
- El proyecto debe prever la evacuación de las aguas infiltradas en función del recorrido previsible de éstas en la sección transversal de la carretera, que se preverá según las características de la explanada y el firme (casos F, E y S de las Recomendaciones). Se proyectarán las zanjas drenantes, drenes y colectores en las ubicaciones en que sean necesarios de acuerdo con los detalles y especificaciones de las Recomendaciones.

3.2 CONDICIONANTES MEDIOAMBIENTALES

La Resolución de 27 de junio de 2017, de la secretaría de Estado de Medio Ambiente, por la que se formula informe de impacto ambiental del proyecto Autovía A-54 Santiago-Lugo, tramo ramal de conexión del enlace de Remonde con la N-547 (Lugo), hace alusión a algunos criterios específicos referidos al diseño del drenaje.

Se indican a continuación aquellos factores incluidos en el citado informe y que se han tenido en consideración para el diseño del drenaje:

En el punto 2. Tramitación y consultas, las referencias más relevantes a aspectos relativos al drenaje son:

“La Dirección General de Calidad Ambiental y Cambio Climático de la Xunta de Galicia indica en relación con las estructuras de drenaje transversal, que deberán adecuarse dichas estructuras como pasos de fauna, contribuyendo a minimizar el efecto barrera que suponen este tipo de infraestructuras.”

En el punto 3.2 Ubicación del proyecto, se cita textualmente:

“El ámbito del proyecto pertenece a la cuenca principal del río Ulla, enmarcada dentro del Plan Hidrológico de Galicia Costa. Dentro de la cuenca del río Ulla, la alternativa seleccionada discurre por la subcuenca del río Pambre (subcuenca del Rego do Vilar, subsidiario del Pambre), no interceptando la traza ninguno de los cauces tributarios de este.”

En el punto 3.3 Características del potencial impacto, se indica lo siguiente:

“Los efectos sobre el medio hídrico serán indirectos, ya que no se han identificado cauces interceptados por el trazado propuesto y la afección sobre el estado de las masas de agua próximas al ámbito de actuación se producirá como consecuencia de arrastres por escorrentía superficial...”

3.3 CONDICIONANTES ESTABLECIDOS POR AGUAS DE GALICIA Y EL PLAN HIDROLÓGICO

Durante el desarrollo de las diferentes fases de este proyecto se ha mantenido contacto con Aguas de Galicia con el fin de considerar las indicaciones de dicho organismo relativas al proyecto de drenaje.

Se debe indicar, que los contactos mantenidos se realizaron durante las fases de redacción del proyecto Autovía A-54 Santiago-Lugo, tramo Melide-Palas de Rei, del cual el presente proyecto es obra asociada, y en el que ya se incluía una alternativa para el ramal de conexión del enlace de Remonde con la N-547. Motivo por el cual los contactos mantenidos y que a continuación se describen hacen referencia al proyecto completo.

A continuación se indican los contactos mantenidos y una breve descripción de las indicaciones más relevantes contenidas en el informe recibido el 21 de septiembre de 2015 como respuesta a la solicitud de la Demarcación de Carreteras del Estado de Galicia. En el apéndice correspondiente de este anejo se incluye copia de los contactos mantenidos con dicho organismo.

Destacar que en la fase de contactos durante la redacción del proyecto citado Autovía A-54 Santiago-Lugo, tramo Melide-Palas de Rei, el Plan Hidrológico vigente era el correspondiente a la edición de septiembre 2011. A fecha de redacción del presente proyecto del tramo del Ramal de conexión con la N-547, el Plan Hidrológico vigente es el aprobado por RD 11/2016 de 8 de enero, modificándose la normativa y la numeración de artículos. En el relato posterior, cuando se cita el Plan Hidrológico derogado en relación a algún artículo, se cita la correspondencia con el Plan vigente.

Resumen de los contactos mantenidos

Con fecha 2 de agosto de 2013 se remitió un escrito a Aguas de Galicia. Servicios centrales. Subdirección general de Gestión del DPH, solicitando metodologías de cálculo y especificaciones de diseño del drenaje, no habiendo recibido respuesta a dicha petición de información.

Completada la Fase II del Proyecto, se envió, el 24 de Abril de 2014, otro escrito a Aguas de Galicia. Zona de Galicia Centro, solicitando la revisión e informe del estudio y de las obras de drenaje previstas sobre cauces públicos. A la solicitud de dicho informe no se recibió respuesta por parte de dicho organismo.

El 10 de junio de 2014 se envió a Aguas de Galicia. Servicio de Planificación y Programación Hidrológica, la petición de datos foronómicos correspondientes a la estación de aforos nº 542 del río Furelos, recibiendo la información solicitada el 13 de junio de 2014.

Completado el Proyecto de Trazado y al objeto de cumplir con la tramitación del expediente de información pública, la Demarcación de Carreteras del Estado en Galicia envía a Aguas de Galicia una copia del proyecto el 14 de Abril de 2015, con el fin de recibir el informe correspondiente de dicho organismo. Con fecha 21 de septiembre de 2015 se recibió el informe de respuesta solicitado, cuyas indicaciones más relevantes se resumen a continuación en el siguiente apartado.

Indicaciones más relevantes establecidas en el informe de respuesta.

Aguas de Galicia, hace alusión a la aplicación de la siguiente normativa: Ley de Aguas, Reglamento del Dominio Público Hidráulico, Ley 9/2010 de Aguas de Galicia, Reglamento de Planificación en materia de aguas de Galicia (Decreto 1/2015 de 15 de enero), Plan Hidrológico de la Demarcación Hidrográfica de Galicia Costa 2009-2015 (RD 1332/2012 de 14 de septiembre), Directiva 2007/60/CE del Parlamento Europeo relativa a la evaluación y gestión de los riesgos de inundación y RD 903/2010 por el que se traspone al ordenamiento jurídico español, y Directiva 2000/60/CE del Parlamento Europeo, por la que se establece un marco comunitario de actuación en el ámbito de la política de aguas.

A continuación se resumen los condicionantes más relevantes indicados por dicho organismo.

Red fluvial

La zona de estudio se sitúa dentro del sistema de explotación nº5 (río Ulla y Ría de Arousa, margen derecha). El ámbito de proyecto se integra dentro de las cuencas hidrográficas del río Catasol o dos Pasos, Río Furelos, Río Seco y Río Pambre.

La actuación afecta a los ríos codificados por Aguas de Galicia como Río Furelos, Río Pinor, Río Seco, Rego do Vilar, Vilacendoi, Río Pambre y San Xuliás.

Estos cauces al verse afectados en su zona de policía por la actuación proyectada, deben ser recogidos e identificados en la documentación del proyecto.

Se comprueba que existen cursos fluviales no codificados por Aguas de Galicia que afectan a la traza de estudio, por lo que estos cauces, así como su zona de policía, deben ser recogidos e identificados en la zona de proyecto.

En caso de que existan otros cursos fluviales, cuya cuenca de aportación sea inferior, será de aplicación la normativa y legislación de aguas, teniendo plena vigencia las prescripciones establecidas para el Dominio Público Hidráulico.

Zonas inundables

Para las zonas inundables y las zonas de flujo preferente deberán de respetarse y recogerse expresamente las prescripciones recogidas en los artículos 42 y 43 del Plan Hidrológico Galicia – Costa del 2011 (artículos 31 y 32 del vigente PH).

Se indica también, que en el ámbito de actuación no se identifica ningún área de riesgo potencial significativo de inundación (ARPSI).

Drenaje

Se indica el cumplimiento del artículo 43 del PHGC (correspondiente al artículo 36 del vigente PHGC) en cuanto al período de retorno adoptado para el cálculo del drenaje transversal.

Se menciona que los drenajes transversales, cuando sea necesario hidráulicamente, deberán disponer de las correspondientes embocaduras para la conducción de aguas a la salida. En tramos de cuneta en zonas de elevada pendiente, se dispondrán sistemas protectores y/o de disipación de energía para evitar fenómenos erosivos, depósito de sólidos o desbordamientos de la trayectoria de incorporación de aguas de cursos naturales.

El drenaje longitudinal debe ser dimensionado para un período de retorno de 25 años según lo establecido en la Norma 5.2.IC Drenaje Superficial. Se señala, que en todo caso, deberá evitarse la acumulación de escorrentía en una determinada zona o que no se añadan a una vaguada, áreas vertientes superiores en más de un 10% a la superficie de la cuenca propia. Se tendrán en cuenta las normas específicas establecidas en el artículo 43.4 de la Normativa del PHGC (correspondiente al artículo 36.6 del vigente PHGC).

A continuación se resumen las indicaciones más relevantes establecidas en el Plan Hidrológico de Galicia Costa a las que se hace referencia en el Informe recibido de dicho organismo.

Indicaciones más relevantes establecidas en el Plan Hidrológico de Galicia Costa.

La Demarcación Hidrográfica de Galicia Costa establece en su Plan Hidrológico, edición de septiembre de 2011, algunas consideraciones que deberán ser tenidas en cuenta en el diseño de las obras de drenaje y que se resumen a continuación (el contenido de los artículos siguientes se corresponden con el artículo 36 del vigente PHGC)

Artículo 42. Protección contra inundaciones

*j) Las vías de comunicación evitarán en su trazado discurrir por zonas inundables. En todo caso, las **obras de drenaje transversal se dimensionarán para la avenida de T=500 años**, debiendo justificarse debidamente ante la Administración Hidráulica de Galicia el uso de un período de retorno menor, o, en el caso del drenaje longitudinal, justificando el período de retorno utilizado, atendiendo a las peculiaridades de la zona y las características de las infraestructuras (tráfico, importancia...), así como su afección al DPH, de modo que no se produzca acumulación de las escorrentías en una determinada zona o que no se añadan a una vaguada, áreas vertientes superiores en más de un 10% a la superficie de la cuenca propia. Se tendrán en cuenta las normas específicas establecidas en el artículo 43.*

Artículo 43. Condiciones que deben cumplir las obras con afecciones al DPH

1. Los puentes u obras de drenaje transversal se dimensionarán con carácter general para el período de retorno de 500 años, salvo que la Administración Hidráulica de Galicia admita otro periodo de retorno debidamente justificado en el proyecto de la nueva infraestructura, atendiendo a las peculiaridades de la zona, la entidad del cauce y de las características de la propia infraestructura: tráfico, importancia...

El resguardo desde la superficie libre del agua a la parte inferior del tablero será el que resulte de interpolar entre los siguientes datos:

Cuenca (km ²)	Resguardo (m)
5	0,20
10	0,30
12	0,40
50	0,50

Cuenca (km ²)	Resguardo (m)
100	0,75
1000	1,00
>2000	1,50

4. Las obras de drenaje se dimensionarán de modo que no se produzca acumulación de las escorrentías en una determinada zona o que no se añadan a una vaguada, áreas vertientes superiores en más de un 10% a la superficie de la cuenca propia. En todo caso, las obras de drenaje transversal se dimensionarán para la avenida de T=500 años, debiendo justificarse debidamente ante la Administración Hidráulica de Galicia el uso de un período de retorno menor, o, en el caso del drenaje longitudinal, justificando el período de retorno utilizado, atendiendo a las peculiaridades de la zona y las características de las infraestructuras (tráfico, importancia...), así como su afección al DPH.

5. No se permitirán los encauzamientos cubiertos, máxime cuando se prevean arrastres de sólidos y flotantes, salvo que se justifique que técnicamente es la mejor solución posible. En el supuesto de que sea inevitable la cobertura de un cauce, la Administración Hidráulica establecerá los requisitos mínimos que deben cumplir las secciones proyectadas, de forma que se minimicen los efectos negativos sobre el medio, garantizándose la existencia de un calado mínimo en aguas bajas para procurar el desplazamiento de la fauna piscícola y la capacidad de arrastre suficiente para la no deposición de materiales. Como norma general, se aplicarán como criterios de diseño, que si la cuenca drenada es superior a 0,5 Km² la sección debe ser visitable, con una altura de al menos 1,80 m. y una anchura no inferior a 1,50 m.

En este apartado final hay que destacar que en la redacción del vigente PHGC, en el artículo 36, se elimina el criterio de diseño de secciones visitables mínimas (altura de al menos 1,80 m. y una anchura no inferior a 1,50 m) para cuencas superiores a 0,5 km².

3.4 CONDICIONANTES ESTABLECIDOS POR LA XUNTA DE GALICIA. DIRECCIÓN XERAL DE CONSERVACIÓN DA NATUREZA

Entre los principales comentarios incluidos en el Informe emitido por la Dirección Xeral de Conservación da Natureza de la Xunta de Galicia relativo al proyecto "Estudio Informativo. Autovía Lugo-Santiago (A-54). Tramo: Enlace de Arzúa Oeste – Enlace de Palas de Rei Oeste", cabe destacar el siguiente:

“Colocación estribos y pilas a más de 5 metros de los cauces”

“A la vista de los planos a escala 1:5000 que se presentan con el detalle de los viaductos del río Furelos (330 m) y del río Seco (350m) se observa que los estribos se localizan fuera de los 5 metros de zona de servidumbre de los cauces.

No obstante, se aclara que para el caso concreto de los arroyos Ladrón y Vilar, en el Estudio Informativo, se ha previsto el paso sobre ellos mediante pórticos, cuyas dimensiones definitivas se concretarán en la fase de Proyecto constructivo en base a los condicionantes expuestos”.

3.5 CONSTRUCCIÓN Y CONSERVACIÓN

Los elementos de drenaje proyectados deben ser construidos y utilizados de forma que mantengan sus condiciones de seguridad, funcionalidad y aspecto, ajustándose a los costes de conservación y explotación previstos. Asimismo el proyecto se ha redactado suponiendo que los elementos de drenaje estarán adecuadamente inspeccionados y mantenidos. Se deben contemplar especialmente las indicaciones relativas al mantenimiento contenidas en la "Norma 5.2-IC -Drenaje superficial" (capítulo 6).

Tras episodios de lluvia especialmente intensos, siempre se procederá a la inspección de los sistemas de drenaje para verificar su estado, funcionamiento y limpieza. En este sentido, se pondrá especial atención en las cunetas de guarda de los tramos con pendiente longitudinal superior al 20%.

En el caso de las obras de drenaje transversal de escasa pendiente, en las que podrían producirse problemas de aterramiento, se procederá a la inspección de dichas obras tras episodios de lluvia para verificar su estado, funcionamiento y limpieza.

4 PERIODOS DE RETORNO ADOPTADOS

La selección de un caudal de referencia para el que debe proyectarse un elemento de drenaje está relacionada con la frecuencia de su aparición, que se puede definir por su periodo de retorno; cuanto mayor sea éste, mayor será el caudal.

Se dice que el periodo de retorno de un caudal es T cuando, como media, es superado una vez cada T años. Sin embargo, el riesgo de que ese caudal sea excedido alguna vez durante un cierto intervalo de tiempo depende también de la duración del intervalo. Así, un caudal que tenga un período de retorno de cincuenta años tiene una probabilidad de un 2 por 100 de que en cualquier año de dicho período aparezca al menos un caudal igual o mayor; pero la probabilidad de tal aparición en un periodo cualquiera de diez años consecutivos sube al 18 por 100; de veinticinco años al 40 por 100; de 50 años, al 64 por 100; de cien años, al 87 por 100, y, en general, de C años, al

$$P = 1 - [1 - (1/T)]^C$$

A continuación se muestra una tabla con los periodos de retorno mínimos exigidos por los diferentes organismos y los valores finalmente adoptados:

ELEMENTO DE DRENAJE	NORMA 5.2.-IC	PLAN HIDROLÓGICO GALICIA COSTA	DIA	PERIODOS DE RETORNO ADOPTADOS
CAUCES PRINCIPALES	500 AÑOS	500 AÑOS	--	500 AÑOS
CAUCES SECUNDARIOS	100/500 AÑOS	500 AÑOS	--	500 AÑOS
DRENAJE LONGITUDINAL	25 AÑOS	--	--	25 AÑOS

A efecto de los daños que puedan producirse por el caudal de referencia, sólo se considerarán las diferencias entre la situación actual y la situación futura una vez construido el proyecto vial y sus elementos de drenaje transversal. Estos daños pueden clasificarse en las categorías siguientes:

- Los daños materiales a terceros por inundación de las zonas aledañas, que podrán considerarse catastróficos o no.
- Las interrupciones en el funcionamiento de la propia infraestructura, debidas a la inundación de la plataforma.
- Los producidos al propio elemento de drenaje o a su entorno inmediato.

Para la comprobación de las condiciones de desagüe transversal tanto en cauces principales como secundarios, se establece un período de retorno de 500 años.

Las condiciones de funcionamiento de los elementos de drenaje longitudinal pueden verse alteradas por su obstrucción debida a cuerpos arrastrados por la corriente, plásticos o aterramientos. Para evitarlo se necesita un adecuado diseño, un cierto sobredimensionamiento y una eficaz conservación. Por este motivo, y puesto que los programas de mantenimiento y conservación son escasos durante la vida útil de la vía, se adoptará un período de retorno de 25 años para los elementos de drenaje superficial de la plataforma y márgenes, siguiendo el criterio de la Norma.

5 DISEÑO DEL DRENAJE

La nomenclatura adoptada para designar las obras de drenaje ha sido la siguiente:

- A todas las obras se les asigna un código de dos números separados por un punto que designan el P.K. del tronco de la carretera en el que se sitúa la obra

apreciando hasta el hectómetro y redondeando por defecto. Cuando existan dos o más obras en un mismo hectómetro, se le asigna una letra a continuación de los dos números.

- Se asigna un tercer número (correlativo empezando en 1) al código de las obras ubicadas en ramales, vías de servicio o caminos, salvo que sean obras continuación de la principal del tronco, que se englobarán ambas obras en una.

En el presente documento, cuando se hace referencia a las márgenes izquierda o derecha de la carretera ha de entenderse que se mira en el sentido de avance de los P.K. En el caso de las corrientes de agua se entiende que se mira hacia aguas abajo.

La ubicación y predimensionamiento de las obras de desagüe transversal se determinan a partir de los caudales obtenidos del Estudio Hidrológico (caudales para el drenaje transversal de la carretera) realizado en el Anejo nº 4. Climatología e Hidrología y de los planos de trazado. En el caso de la obra de drenaje transversal que se ubica bajo el camino paralelo de la margen derecha (dando continuidad a la ODT 0.2), se emplea el caudal obtenido para el drenaje de transversal de vías de servicio, ramales, caminos, ..., de acuerdo al apartado 2.2 de la Norma 5.2-I.C. Estos caudales se adjuntan como apéndice del presente anejo.

Con los caudales calculados y según los criterios de apartados anteriores, se ha procedido al predimensionamiento de las obras de drenaje, cuyos resultados se recogen en la tabla siguiente, donde:

- Las tres columnas que definen la cuenca representan su denominación, el nombre del cauce y el caudal para un período de retorno de 500 años.
- El resto de columnas definen la obra de desagüe, con el nº asignado a cada obra, su situación, el punto kilométrico de paso, la tipología adoptada, la longitud y pendiente de la obra y la cota de la solera de entrada, salida y cota de rasante.
- Se incluye también una columna en la que se indican aspectos singulares de cada obra, con comentarios específicos.

Las dimensiones indicadas son las mínimas necesarias cuando sólo existen condicionantes hidráulicos, cumpliendo en todo caso los requisitos establecidos en el Plan Hidrológico Galicia Costa.

Cuando concurren otros factores como respetar el ancho de un cauce, empleo de la obra de drenaje como paso de ganado o fauna, coincidencia con paso inferior o viaducto, entre otros aspectos, las obras pueden sobredimensionarse para tener en cuenta los factores complementarios.

PREDIMENSIONAMIENTO DE LAS OBRAS DE DRENAJE TRANSVERSAL

CUENCA			OBRAS DE DRENAJE TRANSVERSAL										
Nº CUENCA	NOMBRE DEL CAUCE	Q 500 (m³/s)	Nº OD	SITUACIÓN	P.K.	TIPOLOGÍA	LONGITUD (m)	PENDIENTE (%)	COTA SOLERA ENTRADA (m)	COTA SOLERA SALIDA (m)	COTA RASANTE (m)	OBSERVACIONES	Nº OD
0.2	-	1,52	0.2	RAMAL DE CONEXIÓN N-547	0+263,870	1 x Tubo ø 1.8 m	15,50	0,75	458,578	458,462	461,679	Pozo a la entrada. Excavación a la salida	0.2 RAMAL
0.2	-	1.24 (*)	0.2	CAMINO PARALELO M.D.	0+494,308	1 x Tubo ø 1.2 m	6,00	0,75	458,426	458,381	460,404	Entrada deprimida. Excavación a la salida	0.2 CAMINO
0.6	-	1,06	0.6	RAMAL DE CONEXIÓN N-547	0+699,679	1 x Tubo ø 1.8 m	15,50	1,30	464,124	463,992	466,908	Entrada deprimida. Excavación a la salida	0.6
1.4	-	1,84	1.4	RAMAL DE CONEXIÓN N-547	1+454,741	1 x Tubo ø 1.8 m	23,50	2,00	458,811	458,341	464,027	Entrada deprimida.	1.4
1.4.1	-	2,98	1.4.1	REPOSICIÓN CAMINO EN N-547	0+205,919	1 x Marco de 2x2 m	24,02	1,50	462,702	462,341	465,734	Cunetón a la entrada. Cunetón a la salida	1.4.1

(*) Caudal para cálculo de drenaje transversal de vías de servicio y caminos.

Se comentan a continuación las siguientes singularidades:

- Salidas deprimidas

Se han proyectado salidas deprimidas en los siguientes casos, dada la horizontalidad del terreno:

- Obras de drenaje cuyo emplazamiento coincide con rasantes del trazado ajustadas, y en las que se ha proyectado una entrada deprimida o pozo a la entrada de la obra y salida deprimida hasta conectar con el terreno natural.

- Obras de dimensiones reducidas

Las dimensiones de las obras proyectadas son las mínimas necesarias cuando sólo existen condicionantes hidráulicos, cumpliendo en todo caso los requerimientos establecidos en el Plan Hidrológico Galicia Costa vigente.

En el caso de tubos la dimensión mínima proyectada para los cauces definidos, corresponde al tubo de 1,80 m en el tronco, cifra que, desde el punto de vista hidráulico de capacidad, cumple para evacuación de la avenida Q500, así como desde el punto de vista de la sobreelevación.

En el caso de marcos la mínima dimensión adoptada ha sido el marco de 2,0 x 2,0 m.

Únicamente en la obra bajo el camino de servicio (ODT 0.2 bajo camino) se reduce la dimensión del tubo a 1,20 m de diámetro para no elevar en exceso la rasante del camino.

- Cunetones

- Cunetón en la Glorieta en N-547. Se ha proyectado un cunetón que conduzca el agua hasta la embocadura de la O.D. 1.4.1 y una vez superada esta, la conduzca hasta su punto de desagüe fuera del área de actuación. El cunetón discurre paralelo a la margen de los accesos este y oeste proyectados.

6 DRENAJE TRANSVERSAL

6.1 CAUCES PRINCIPALES

La problemática existente desde el punto de vista hidráulico en la implantación de una infraestructura sobre la vega de un arroyo, rambla o río, es la afección que se genera sobre su régimen hidrodinámico.

Normalmente la afección más relevante se produce por el estrechamiento que sufre el flujo de la corriente en episodios de crecidas, debido a la colocación de los terraplenes de

la vía sobre la llanura de inundación del cauce. Esto genera sobreelevaciones aguas arriba de la estructura de cruce, generando afecciones a terceros y afecciones a la misma, tales como erosiones en las cimentaciones.

El objeto del estudio hidráulico es la obtención de un modelo fiable que represente el comportamiento del flujo del cauce tanto en condiciones actuales como una vez implantada la infraestructura.

De esta forma se consigue extraer de forma clara que posibles afecciones son debidas a la nueva vía, que grado de magnitud tienen y las medidas correctoras que se pueden aplicar para minimizarlas.

Con los datos obtenidos con la simulación se obtiene suficiente conocimiento para poder establecer las dimensiones mínimas de la estructura y las protecciones de la misma, que aseguren una funcionalidad correcta en régimen de crecidas.

En el tramo de proyecto no se identifica ningún cauce que, por sus características, se estudie dentro de este apartado.

6.2 CAUCES SECUNDARIOS

6.2.1 CRITERIOS DE DIMENSIONAMIENTO

En el dimensionamiento de las obras de drenaje transversal se han seguido los criterios y recomendaciones de las normativas y publicaciones recogidas anteriormente. A modo de recordatorio se resumen los principales criterios:

Las ODT se deben proyectar para cumplir las siguientes condiciones relativas al caudal de proyecto Q_p :

- a) Con carácter general deben funcionar con control de entrada. No obstante, en el proyecto se puede justificar la adopción de un criterio diferente.
- b) La sobreelevación del nivel de la corriente provocada por la presencia de la ODT será el menor valor de entre los dos siguientes:
 - a. Cincuenta centímetros (50 cm)
 - b. La correspondiente a una altura de lámina de agua a la entrada del conducto inferior a uno coma dos veces la altura libre del conducto ($H_E < 1,2 H$).

Con carácter general, el resguardo libre existente hasta la plataforma debe ser superior a cero coma cinco metros ($R_{od} \geq 0,5 \text{ m}$). No obstante, de acuerdo con las prescripciones del pliego el resguardo mínimo se estable en un metro (1 m).

- c) Afecciones a terceros. Todas las obras de desagüe transversal se dimensionarán para el período de retorno de 500 años, comprobando mediante el cálculo de la cota de inundación correspondiente, que la presencia de la obra no producirá daños a terceros. (Sobreelevación $< 0,5 \text{ m}$).
- d) Daños a la propia obra de desagüe. Se dimensionarán las obras de tal forma que la velocidad máxima del agua sea inferior a 6 m/s para evitar erosiones y deterioros excesivos en las mismas; y la velocidad mínima sea superior a 1 m/s para garantizar la autolimpieza de las obras. Se diseñan protecciones de escollera a la entrada y a la salida de la misma para evitar el efecto de posibles erosiones.
- e) Tamaño de los conductos. La dimensión de los conductos para las ODT se fija con carácter general en 1,80 m para el tronco del ramal y 1,20 m para los caminos, cifras establecida en la Norma 5.2-IC coherentes con las longitudes proyectadas.

En el caso de marcos la mínima dimensión adoptada ha sido el marco de 2,0 x 2,0 m para aquellas obras proyectadas en el tronco de la carretera.

- f) Caudal específico. Se adoptará un caudal unitario máximo de 3 m²/s en los cauces difusos de gran ancho, y 6 m²/s en los cauces incisos bien definidos para la avenida de 500 años de periodo de retorno.
- g) Pendiente. Como norma general la pendiente se ajustará al perfil longitudinal de la vaguada. En el caso de que ésta pendiente no fuera la adecuada o no se disponga de altura suficiente de terraplén se procederá a deprimir las soleras de los extremos del conducto.
- h) Riesgo de obstrucción. Se respetará un resguardo mínimo de 0,5 m entre el calado máximo del agua y el intradós de la obra de drenaje, para el caudal de avenida de 500 años.
- i) Obras de drenaje en caminos. El dimensionamiento se realizará atendiendo a dos criterios; si existe altura de terraplén suficiente se dispondrá una obra de desagüe que cumpla los condicionantes hidráulicos reflejados en este estudio. En caso contrario se proyectará un badén, rebasable para caudales de periodo de retorno altos.
- j) Sección de control. Se ha estimado conveniente imponer la condición de sección inicial crítica (sección crítica en la entrada de la obra de fábrica), para tener el control del

caudal desaguado aguas arriba, procurando una pendiente supracrítica. De esta forma se garantiza el régimen rápido en el desagüe, y el control de los niveles de la lámina de agua aguas arriba.

k) Losas de transición. Se colocarán para aquellos marcos con alturas de tierras inferiores a 3 m.

6.2.2 COMPROBACIÓN DE LAS OBRAS PROYECTADAS

El dimensionamiento de las pequeñas obras de drenaje transversal se realiza conforme a lo especificado en la Norma 5.2-1.C "Drenaje superficial" del Ministerio de Fomento, verificando su capacidad de desagüe y que la sobreelevación del nivel de agua a la entrada está dentro de lo admisible.

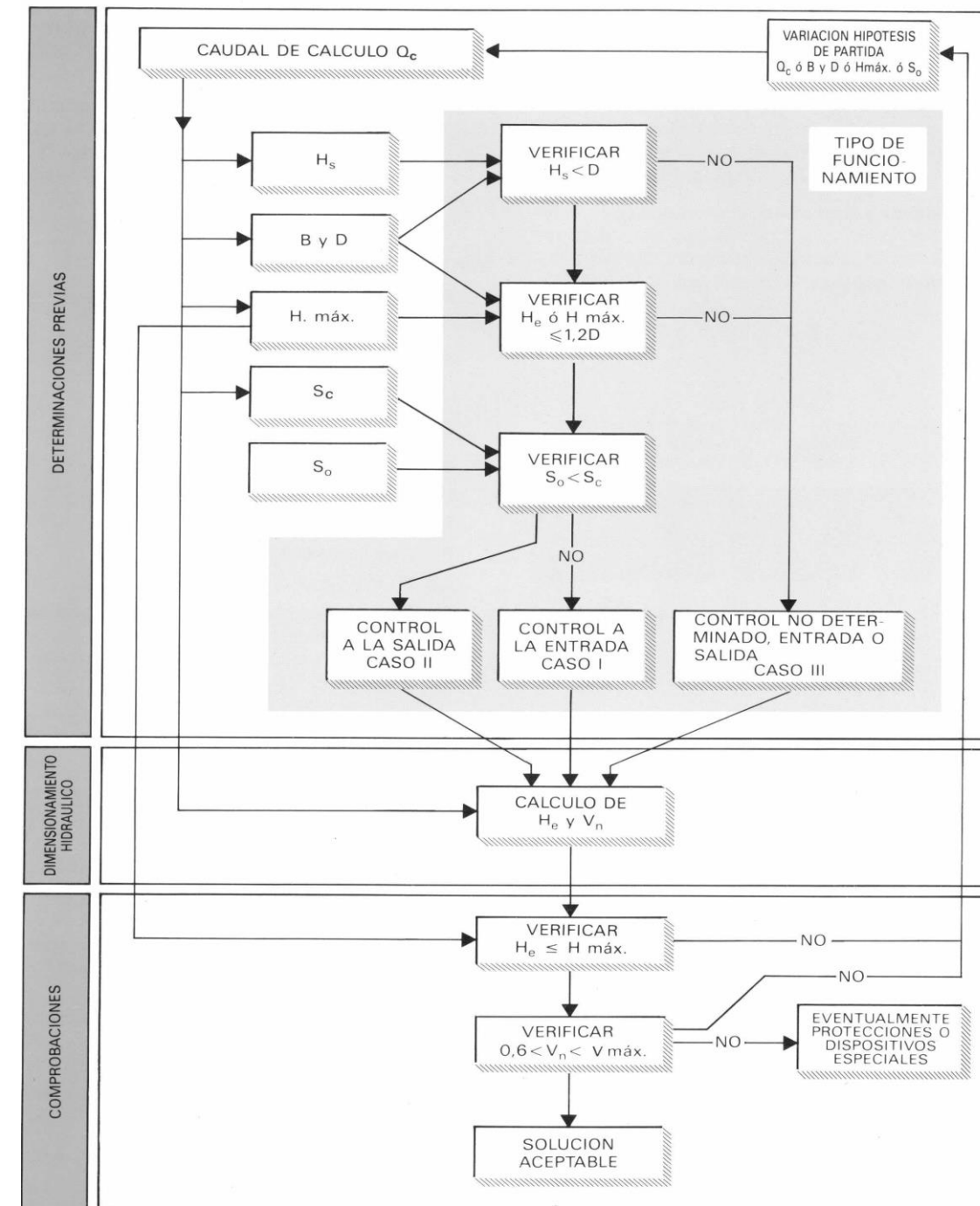
Para la aplicación del método se describen los diferentes pasos de cálculo descritos.

a) Proceso de cálculo

En la figura siguiente se esquematiza el proceso seguido en el cálculo hidráulico. Básicamente consiste en buscar la solución óptima por aproximaciones sucesivas a partir de una sección inicial de desagüe.

A continuación se indica una serie de notaciones que se utilizan en este apartado:

- Hs: Calado del cauce a la salida de la obra de drenaje.
- D: Altura interior del conducto.
- B: Ancho del conducto.
- Hmáx: Calado del cauce a la entrada de la obra de drenaje.
- Sc: Pendiente crítica para el caudal de proyecto y el tipo y dimensiones del conducto.
- So: Pendiente del cauce (coincide con la de la obra de drenaje).
- He: Sobreelevación del nivel de agua a la entrada.
- Vn: Velocidad normal dentro del conducto correspondiente al caudal de proyecto.



b) Tipos de funcionamiento

Por medio de observaciones de campo y ensayos de laboratorio, se deduce que existen dos tipos principales de corriente a través de una obra de drenaje, cuando tiene un conducto de sección constante:

- Corriente con control a la entrada
- Corriente con control a la salida

Lo cual significa que la capacidad de desagüe de una obra de drenaje no está limitada exclusivamente por su sección y pendiente, sino que además está regulada por las condiciones existentes en la boca de entrada o salida, a partir de las cuales se determina su régimen hidráulico.

Las obras de fábrica suponen, generalmente, un estrechamiento del cauce natural por el que se efectúa la circulación del agua, remansándose ésta hasta alcanzar una cota en que la obra es capaz de desaguar el caudal que le está llegando.

Cuando esta situación es la que define el régimen de funcionamiento, se dice que el control se establece a la entrada, viniendo determinada la capacidad de desagüe por el calado crítico, correspondiente al menor nivel de energía necesario.

Para el dimensionamiento se ha estimado conveniente imponer la condición de sección inicial crítica (sección crítica en la entrada de la obra de fábrica), para tener el control del caudal desaguado aguas arriba, procurando una pendiente supracrítica. De esta forma se garantiza el régimen rápido en el desagüe, y el control de los niveles de la lámina de agua, aguas arriba, impidiendo el rebase de la plataforma y limitando los daños.

Además, aunque la altura del nivel del agua a la entrada de la obra de drenaje está limitada a 1,2 veces la altura de la obra, se establece que dicha altura no sea superior a 1,0 veces la altura de la obra de drenaje, de manera que la entrada no quede sumergida y se pueda producir la contaminación de la plataforma.

A continuación, dentro de la obra de drenaje, el agua se va acelerando hasta alcanzar el régimen uniforme que corresponde a la pendiente con la que haya sido prevista la obra para no rebasar una cierta velocidad límite; a la salida el agua vuelve al cauce cogiendo de nuevo su régimen natural.

En el caso de prever riesgos graves de erosiones se dispondrán los dispositivos necesarios para disminuir dicho efecto.

El presente apartado se dedica al cálculo de las leyes de capacidad de las pequeñas obras de desagüe transversal, que define las alturas de la lámina de agua, aguas arriba, de dichas obras correspondientes a cada caudal.

La metodología expuesta viene reflejada en la Norma 5.2.I.C. "Drenaje superficial" de la Dirección General de Carreteras.

Control a la entrada

El presente texto se dedica al cálculo de las leyes de capacidad de las pequeñas obras de desagüe transversal, que define las alturas de la lámina aguas arriba de tales obras correspondientes a cada caudal.

En la mayoría de los casos prácticos, las alturas de lámina vienen determinadas por las características de la entrada de la obra (geometría y tipo de embocadura), y el cálculo de la ley de capacidad se reduce a la aplicación directa de unas curvas de desagüe obtenidas experimentalmente.

Dichas curvas se representan dimensionalmente en las figuras 5.9. a 5.15, adjuntas en el Apéndice 1 de Cálculos Hidráulicos.

La altura del agua a la entrada (HE) se determina, utilizando las fig. 5-9 y 5-10 que contienen las curvas características correspondientes a conductos circulares y rectangulares.

La curva característica correspondiente al control de entrada podrá considerarse definitiva, sin necesidad de comprobarla con el control de salida, si se cumplen las siguientes condiciones:

- El conducto es recto y su sección y pendiente son constantes.
- El nivel de agua en el cauce a la salida es inferior, tanto al calado crítico como a la altura del conducto ($Y < Y_c < D$). Para determinar "Yc" se utilizará la fig. 5-11.
- La relación entre la longitud "L" y la pendiente "J" del conducto es inferior a la indicada en las fig. 5-12 a 5-14.
- El nivel del agua a la entrada del conducto no rebasa el nivel máximo a la entrada, obtenido en la fig. 5-15 ($HE < HE_{\text{máx}}$).

Si no se cumplieran todas las condiciones anteriores, será preciso calcular el valor mínimo del nivel del agua a la entrada del conducto exigido por el posible control de salida, adoptándolo como definitivo si fuera mayor que el correspondiente al control de entrada.

La simbología empleada en el cálculo de sobreelevaciones tiene la siguiente significación:

- Q = Caudal desaguado
- D = Diámetro del tubo

- H = Altura del conducto
- B = Anchura del conducto
- L = Longitud del conducto
- Y = Nivel del agua a la salida (Manning)
- Y_c = Calado crítico
- g = Aceleración de la gravedad
- HE = Nivel del agua a la entrada
- HE_{max} = Nivel máximo a la entrada

Control a la salida

En general es suficiente el proceso de cálculo realizado mediante las leyes de control de entrada, ya comentadas en el apartado anterior, y solo será necesario complementarlo con cálculos de control de salida cuando los niveles de agua del cauce a la salida del conducto sean singularmente altos por la presencia en sus inmediaciones de fuertes estrechamientos, azudes, cruces con caminos u otras vías de comunicación, entre otros.

En esas circunstancias se debe calcular también la altura HS de aguas arriba obligada por el nivel μ del cauce a la salida del conducto. En el proyecto se debe considerar finalmente esa altura HS cuando resulte superior a la HE deducida del control de entrada.

La fórmula de cálculo de control de salida es:

$$HS = \left[1 + K_e + \frac{2gLn^2}{R^{4/3}} \right] \frac{V^2}{2g} - LJ + \mu$$

donde:

- HS = El nivel del agua a la entrada de la obra medida sobre la solera de ésta
- L = Longitud del conducto
- J = La pendiente del conducto
- V = La velocidad media
- R = El radio hidráulico (área/perímetro)
- g = La aceleración de la gravedad
- n = El coeficiente de rugosidad de Manning del conducto
- K_e = El coeficiente de pérdida de carga en la embocadura que es variable según si hay o no muro de acompañamiento y aletas, y sus formas específicas
- μ = El nivel del agua en el cauce a la salida del conducto medido desde la cota de la solera de éste

c) Cálculo hidráulico

Se ha empleado la fórmula de Manning, que relaciona la velocidad del agua con la pendiente, el radio hidráulico y la rugosidad de la superficie.

Los cálculos hidráulicos se realizan teniendo en cuenta que las obras no tienen constricciones a la salida, que impidan parcialmente el desagüe, por lo que gobierna el control a la entrada.

En estas condiciones la capacidad de desagüe se determina como si se tratase de un canal abierto, donde la pérdida de energía es debida al rozamiento con las paredes, utilizando la fórmula de Mannig-Strickler:

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

donde:

- S = Área de la sección (m²)
- R = Radio hidráulico (m)
- J = Pendiente de la línea de energía = pendiente longitudinal en régimen uniforme (m/m)
- n = Coeficiente de rugosidad 0,014 para conductos circulares y 0,015 para conductos rectangulares

Se considera un coeficiente de Manning algo mejor para los conductos circulares debido a que su geometría evita mejor las sedimentaciones que las secciones rectangulares.

En la siguiente tabla, se realiza la comprobación de las obras proyectadas para el período de retorno de 500 años. En el Apéndice 1. Cálculos hidráulicos de las obras de drenaje, se presentan los cálculos de detalle de las ODT.

COMPROBACIÓN DE LAS OBRAS DE DRENAJE TRANSVERSAL. PERÍODO DE RETORNO 500 AÑOS

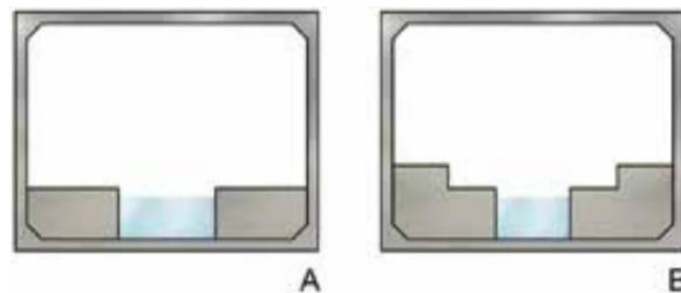
Nº OD	SITUACIÓN	Q 500 años (m3/s)	TIPOLOGÍA	LONG. (m)	PENDIENTE (%)	CALADO (m)	VELOCIDAD (m/s)	Nº FROUDE	REGIMEN	ALTURA A LA ENTRADA HE (m)	HE < 1,2 D	CONTROL	RESGUARDO HASTA RASANTE > 1,0 m	SOBREELEVACIÓN	OBSERVACIONES
0.2 ramal	Ramal conex. N547 0+263,870	1,52	1 x Tubo ø 1.8 m	15,50	0,75	0,50	2,68	1,44	SUPERCRÍTICO	0,922	CUMPLE	ENTRADA	CUMPLE	VÁLIDA	Pozo entrada. Salida deprimida
0.2 camino	Camino paralelo MD 0+494,308	1.24 (*)	1 x Tubo ø 1.2 m	6,00	0.75	0,52	2,61	1,32	SUPERCRÍTICO	0,964	CUMPLE	ENTRADA	CUMPLE	VÁLIDA	Entrada deprimida. ODT bajo camino de servicio (*). Zanja de salida
0.6	Ramal conex. N547 0+699,679	1,06	1 x Tubo ø 1.8 m	15,50	1,30	0,36	2,94	1,87	SUPERCRÍTICO	0,761	CUMPLE	ENTRADA	CUMPLE	VÁLIDA	Entrada deprimida. Zanja de salida.
1.4	Ramal conex. N547 1+454,741	1,84	1 x Tubo ø 1.8 m	23,50	2,00	0,43	4,02	2,34	SUPERCRÍTICO	1,023	CUMPLE	ENTRADA	CUMPLE	VÁLIDA	Entrada deprimida.
1.4.1	Repos. camino N547 0+205,919	2,98	1 x Marco de 2x2 m	24,02	1,50	0,47	3,18	1,48	SUPERCRÍTICO	1,066	CUMPLE	ENTRADA	CUMPLE	VÁLIDA	Entrada y salida deprimida. Cunetón de entrada y salida

(*) Caudal para cálculo de drenaje transversal de vías de servicio y caminos.

d) Adaptación medioambiental para paso de fauna

Las ODT anteriores, en los casos en los que es recomendable, se han adaptado según las «Prescripciones técnicas para el diseño de pasos de fauna y vallados perimetrales» (M.A.A.M.A., 2015) para ser aptas como pasos de fauna de pequeños mamíferos y anfibios.

Según este documento (epígrafe 3, ficha 9), para el paso de estos animales pequeños son válidas estructuras de 2 m de dimensión mínima adaptadas con banquetas laterales de 0,50 m de ancho, como se muestra en la imagen.



Dado que la carretera proyectada no estará vallada y que la mayoría de animales la atravesará en superficie, se considera que son aptas también las ODT circulares de 1,80 m dispuestas, ya que la dimensión de 2 m y la sección rectangular son datos recomendados.

Así, en el Anejo nº 16 del proyecto se indican las ODT consideradas aptas como pasos de fauna y se detallan las medidas propuestas para la adaptación de estas ODT como pasos de fauna.

6.2.3 ESTUDIO DE EROSIONES

6.2.3.1 Cálculo del rastrillo

En este capítulo se va a estimar la erosión total que puede llegar a producirse en los extremos de las obras de drenaje proyectadas.

Los riesgos provocados por erosiones son en general muy reducidos debido a la gran generosidad con que se dimensionan las obras respecto a las exigencias hidráulicas. De esta forma será suficiente el dispositivo previsto en la Instrucción de Carreteras para la protección de las salidas de las obras de drenaje.

Son muchos los casos donde por el requisito del tamaño mínimo del conducto, o por facilitar el paso de personas y vehículos, las obras se dimensionarán con gran generosidad respecto a las exigencias hidráulicas, de forma que los caudales unitarios, y con ello los riesgos de graves erosiones, son muy reducidos.

Aún en las obras proyectadas con criterio estrictamente hidráulico, éste fija con carácter general unos desagües moderados para facilitar así el control de las erosiones.

En esas circunstancias no se necesita protección en las embocaduras, y en las salidas será suficiente el dispositivo previsto en la Instrucción de Carreteras consistente en una solera de hormigón entre aletas rematada con un rastrillo. La profundidad del rastrillo se define a continuación con carácter orientativo en función del caudal unitario en el conducto q, si bien las condiciones geotécnicas pueden aconsejar cambios en cada caso:

Si $q < 0,5 \text{ m}^2/\text{s}$ no hace falta rastrillo

Si $0,5 < q < 6 \text{ m}^2/\text{s}$ hace falta rastrillo

Y su longitud r (m) se calcula mediante la expresión siguiente:

$$r = 0,6 \left(\frac{q}{\sqrt{g}} \right)^{2/3}$$

donde:

q = Caudal unitario ($\text{m}^3/\text{s}/\text{m}$)

g = Aceleración de la gravedad ($\text{m}^2/\text{s} = 9,8$)

En la siguiente tabla se muestra la profundidad del rastrillo para las obras de drenaje:

Nº	TIPOLOGÍA	Q500 años (m^3/s)	LONGITUD DE RASTRILLO CALCULADA (m)	LONGITUD DE RASTRILLO ADOPTADA (m)
0.2 ramal	1 x Tubo \varnothing 1.8 m	1,52	0,396	1,0
0.2 camino	1 x Tubo \varnothing 1.2 m	1,24 (*)	0,357	1,0
0.6	1 x Tubo \varnothing 1.8 m	1,06	0,346	1,0
1.4	1 x Tubo \varnothing 1.8 m	1,84	0,425	1,0
1.4.1	1 x Marco de 2x2	2,98	1.542	1,6

(*) Caudal para cálculo de drenaje transversal de vías de servicio y caminos.

En esos casos de desagües moderados, tampoco se necesita adoptar medidas especiales para reducir la pendiente del conducto, aunque ésta sea fuerte, salvo que resulte significativamente más alta que la del cauce natural, No debe preocupar que en cursos de agua efímeros se superen ocasionalmente los límites de velocidades recomendados en la Instrucción para evitar el deterioro de los materiales del conducto.

Para evitar el descalce de la obra de drenaje por efecto de la erosión, se colocará en la entrada y en la salida una solera de hormigón cubriendo toda la planta de la embocadura;

también se dispondrán rastrillos de profundidad 1 metro, en los extremos de las soleras de las boquillas.

6.2.3.2 Cálculo de la escollera

La erosión localizada aparece aguas abajo, en las proximidades de la obra de drenaje, y es debida a la mayor concentración de energía cinética en la desembocadura de la misma. Para proteger contra este fenómeno se colocará, a la salida de la obra, una solera de hormigón entre aletas, rematada con un rastrillo.

Para el estudio de este tipo de erosión y las medidas de protección a adoptar se sigue el procedimiento descrito en el Apartado 5.3.2.3.2 de la Norma 5.2.IC.-1.990

Para realizar el análisis, la Instrucción introduce el parámetro δ , función del caudal específico, que se determina según la figura 5-19. Comparando el valor de δ con el nivel del agua a la salida de la obra, éste se clasifica como:

- ALTO. Si el nivel es superior a δ
- MEDIO. Si está comprendido entre $\delta / 2$ y δ
- BAJO. Si es menor que $\delta / 2$.

Por otra parte se introduce el parámetro erosión, que se determina mediante las siguientes expresiones:

Tubos

$$\frac{e}{D} = 2 * \left(\frac{Q}{\sqrt{g} * D^{5/2}} \right)^{3/8}$$

Marcos

$$\frac{e}{H} = 3 * \exp\left(\frac{-H}{3 * B}\right) * \left(\frac{Q}{\sqrt{g} * B * H^{3/2}} \right)^{3/8}$$

siendo:

- e: erosión máxima previsible
- Q: caudal
- g: aceleración de la gravedad
- D: diámetro del tubo
- H: altura del conducto rectangular
- B: anchura del conducto rectangular

En función del nivel del agua determinado anteriormente, se recomiendan las siguientes medidas de protección:

La longitud de la solera será la correspondiente a la longitud abarcada por las aletas, salvo en niveles medios en que la longitud 1,2 e sea superior a aquella. En este último caso se adopta como solución alternativa un manto de escollera adosado al rastrillo, con una longitud mínima de 1,6 e.

En el presente proyecto, aún cuando estrictamente no sea necesario disponer solera, se colocará siempre en longitud de 3 m, resultando del lado de la seguridad en cuanto a erosión.

El cálculo de la escollera se realiza según las siguientes fórmulas:

Tubos

$$\frac{\mu * Q}{\sqrt{g * D^{5/2}}} = 0,4 + 3 * \frac{d}{D}$$

Marcos

$$\frac{\mu * Q}{\sqrt{g * B * H^{3/2}}} = 0,82 * \exp\left(\frac{H}{5 * B}\right) * \left(0,6 + \frac{10 * d}{3 * H}\right)$$

En la siguiente tabla se muestra las dimensiones de las protecciones de escollera finalmente adoptadas para las obras de drenaje:

La escollera tendrá un peso de 200 kg y entre esta y el terreno se colocará una capa filtrante consistente en un geotextil de 400-800 g/m².

TABLA 6.2.3.2.1. PROTECCIÓN EROSIÓN EN LAS OBRAS DE DRENAJE

Nº O.D	TIPOLOGÍA	Q 500 años (m³/s)	EROSIÓN LOCAL (m)	DELTA δ	CALADO EN EL CAUCE DE SALIDA (m)	CASO DE LA NORMA	ESCOLLERA		
							ESPESOR (m)	LONGITUD NECESARIA CALCULADA (m)	LONGITUD ADOPTADA (m)
0.2 ramal	1 x Tubo ø 1.8 m	1,52	1,582	0,167	0,49	NIVELES ALTOS	1,00	---	3,00
0.2 camino	1 x Tubo ø 1.2 m	1,24	1,429	0,339	0,52	NIVELES ALTOS	1,00	---	3,00
0.6	1 x Tubo ø 1.8 m	1,06	1,382	0,117	0,36	NIVELES ALTOS	1,00	---	3,00
1.4	1 x Tubo ø 1.8 m	1,84	1,700	0,203	0,42	NIVELES ALTOS	1,00	---	3,00
1.4.1	1 x Marco de 2x2 m	2,98	2,203	0,235	0,47	NIVELES MEDIOS	1,00	3,53	4,00

6.2.4 ESTUDIO DE ATERRAMIENTOS

Se comprueba a continuación el riesgo de aterramiento en las obras de drenaje de escasa pendiente empleando la formulación recogida en el capítulo 4.4.5.2 de la "Norma 5.2.I.C. Drenaje Superficial".

El riesgo de aterramiento se define por medio del parámetro *i*:

$$i = \frac{L}{H} (J_0 \sqrt{\frac{b}{B}} - j)$$

siendo:

L: la longitud del conducto.
 H: la altura del conducto.

j: la pendiente del conducto.

*J*₀: Pendiente del cauce.

B: Anchura del conducto. En el caso de sección circular se tomará el diámetro.

b: Se tomará el mayor valor de entre *B* y la anchura del cauce natural.

Si, *i* < 0,1 se puede considerar que el riesgo de aterramiento es bajo.

Se calcula a continuación el valor del parámetro *i* que determina el riesgo de aterramiento en las obras de drenaje de escasa pendiente.

De los resultados obtenidos se desprende que solo las OD-0.2, 1.4 y 1.4.1 presentan cierto riesgo de aterramiento, por lo que tal y como se indica en el apartado 3.5 Construcción y Conservación se deberá prestar especial atención durante las labores de conservación y mantenimiento de estas, especialmente tras episodios de fuertes lluvias.

OD	Tipo	L (Longitud del conducto) (m)	H (Altura del conducto) (m)	j (Pendiente del conducto) (m/m)	Jo (Pendiente del cauce) (m/m)	B (Anchura del conducto) (m)	Anchura del cauce (m)	b	i	Nivel de riesgo de aterramiento
0.2 ramal	1 x Tubo ø 1.8 m	15,50	1,80	0,0075	0,0130	1,80	6	6	0,14	CONTROL Y MANTENIMIENTO
0.2 camino	1 x Tubo ø 1.2 m	6,00	1,20	0,0075	0,0075	1,20	1,8	1,8	0,01	RIESGO BAJO
0.6	1 x Tubo ø 1.8 m	15,50	1,80	0,0130	0,0130	1,80	5	5	0,07	RIESGO BAJO
1.4	1 x Tubo ø 1.8 m	23,50	1,80	0,0200	0,0400	1,80	7,85	7,85	0,83	CONTROL Y MANTENIMIENTO
1.4.1	1 x Marco de 2x2 m	24,02	2,00	0,0150	0,0675	2,00	2	2	0,63	CONTROL Y MANTENIMIENTO

6.2.5 CUNETONES

Se ha proyectado un cunetón en el entorno de la Glorieta en N-547.

Inicialmente discurre paralelo a la margen norte del Acceso Oeste y conduce el flujo de la cuenca hasta la embocadura de la O.D.-1.4.1, con una pendiente del 2,58% en sus primeros 120 m y del 4,43% hasta llegar a la O.D.-1.4.1. Tiene una sección trapecial revestida de hormigón de 1 metro de base, taludes 3H:2V en el lado de la calzada y 1H:1V en el lado del desmonte y una profundidad de 0,5 metros.

Una vez superada la O.D., continúa bordeando la Glorieta en N-547, se establece una pendiente del 2,00% al objeto de no generar excavaciones excesivas, con una sección trapecial revestida de hormigón de 1 metro de base, taludes 3H:2V en el lado de la calzada y 1H:1V en el lado del desmonte con una profundidad de 1 metro.

En el tramo final, discurre paralelo a la margen norte del Acceso Este. En este punto la rasante del cunetón ya se encuentra sensiblemente paralela al terreno y con el fin de adaptarse a este, se han tramificado dos pendientes diferentes del 6,17% y 5,86%, con una sección en ambos casos es de 1 metro de base, taludes 3H:2V en el lado de la calzada y 1H:1V en el lado del desmonte y una profundidad de 0,5 metros.

El cunetón desagua en la actual cuneta de la N-547, en el punto donde finaliza la actuación.

En la tabla que se presenta a continuación se incluye la definición geométrica del cunetón proyectado.

UBICACIÓN CUNETÓN	TIPO	DIMENSIONES				
		base (m)	altura (m)	Talud lado calzada H/V	Talud lado desmonte H/V	Pendiente (%)
ACCESO OESTE A GLORIETA EN N-547	CR-3	1,00	0,50	3/2	1/1	2,58
GLORIETA EN N-547	CR-3	1,00	0,50	3/2	1/1	4,43
	CR-4	1,00	1,00	3/2	1/1	2,00
ACCESO ESTE A GLORIETA EN N-547	CR-3	1,00	0,50	3/2	1/1	6,17
	CR-3	1,00	0,50	3/2	1/1	5,86

En el Apéndice 2 se adjunta la justificación hidráulica de los cunetones, con las salidas habituales del programa Flowmaster.v8i.

6.2.6 BADENES

Se colocarán badenes en aquellos caminos que no poseen altura de tierras suficiente para incluir la correspondiente obra de drenaje.

Los badenes están constituidos por un recubrimiento de hormigón HM-20 en 12 m de longitud, Los taludes del camino están recubiertos de geotextil y escollera en la misma longitud.

7 DRENAJE LONGITUDINAL

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

- Reducción del coeficiente de rozamiento por escorrentía del agua sobre la superficie.
- Merma de las características resistentes del firme y explanación por filtración del agua.

Para evitar estos fenómenos perjudiciales, en la mayor medida posible, se han proyectado una serie de dispositivos, como son:

- Combinación entre pendientes y peraltes de forma que la línea de máxima pendiente en cualquier punto de la plataforma no sea inferior al 0,5%.
- Interceptación del agua superficial mediante cunetas y otros dispositivos adecuados y su posterior conducción, de manera controlada, a desagües fuera de la traza.
- Interceptación del agua filtrada por el firme y su evacuación al exterior por medio del drenaje subterráneo.

Como se ha expuesto en la Introducción del presente documento se considera el Drenaje Longitudinal compuesto de:

- Drenaje de la Plataforma y sus márgenes, que recogerá la escorrentía superficial procedente de la plataforma de la carretera, de los márgenes que viertan hacia ella y evitará que la precipitación que se produce en cuencas exteriores a la explanación alcance la carretera (cunetas de guarda en la parte superior del desmonte explanado).
- Drenaje del Firme. Encargado de interceptar y dar salida a la escorrentía subterránea evitando los efectos dañinos que causa la saturación de la explanada.

Las obras de drenaje longitudinal son las cunetas, drenes, bordillos, bajantes, así como los colectores que reconducen las aguas de éstas, ya sean pequeñas obras de drenaje transversal para el desagüe longitudinal, pasacunetas o colectores propiamente.

El agua que llega a las cunetas procederá de las calzadas, de los taludes de los desmontes y, en algunos casos, de los terrenos colindantes con la carretera.

Se ha procurado que la evacuación de las aguas de las cunetas se produzca en ramblas y otros cauces producidos por la escorrentía natural del terreno.

El desagüe del drenaje superficial se hace, normalmente, a los mismos cauces naturales que se hacía antes de construir la nueva carretera.

En este punto hay que destacar que los condicionantes impuestos al trazado (cruce bajo el Camino de Santiago en el pk 1+050 y conexión con viales existentes al inicio y final de un trazado de corto desarrollo, provocan la existencia de un punto bajo en desmonte que recoge parte de las aguas de lluvia de una cuenca anexa (cuenca 0.6), llevándolas al desagüe posible de la cuenca 1.4., la superficie de cuenca trasvasada corresponde únicamente a la mitad de la plataforma del tronco y su talud de desmonte asociado, ya que se han dispuesto cuencas de guarda de desmonte que recogen el agua de la cuenca derivándola a su desagüe natural. Esta superficie, de aproximadamente 4.500 m² supone menos del 10% de la superficie de la cuenca receptora (cuenca 1.4 de 78.000 m² de superficie), cumpliendo con el requisito marcado al respecto por el PHGC vigente en su artículo 36.6 (correspondiente al artículo 42.j y 43.4 del PH derogado).

La tipología de los elementos de drenaje longitudinal se define a partir de los siguientes criterios:

- Salvo que consideraciones económicas o el espacio disponible lo impidan, se otorgará prioridad a la seguridad de los vehículos que pudieran abandonar la plataforma.
- Las dimensiones y pendiente longitudinal de la cuneta deben asegurar que, el paso del caudal correspondiente al periodo de retorno considerado se produce en las siguientes condiciones:
 1. El nivel de la lámina libre no rebasa al de la plataforma.
 2. La velocidad del agua no causa erosiones ni aterramientos. Se considerarán para ello pendientes longitudinales no superiores al 4%, ni inferiores al 1,0% para cunetas sin revestir.
 3. En zonas con riesgo de eventuales filtraciones procedentes de la cuneta y que pudieran perjudicar al firme, el nivel de la lámina libre no rebasará el de la explanada, excepto donde se disponga un drenaje profundo.
- Se sigue el criterio de desaguar los elementos de drenaje superficial lo antes posible para disminuir la concentración de caudales.

7.1 ESTIMACIÓN DE CAUDALES A DESAGUAR

Método de cálculo

Siguiendo el método racional, el caudal máximo anual Q_T , correspondiente a un periodo de retorno T, se calcula mediante la fórmula:

$$Q_T = \frac{I(T,t_c) \cdot C \cdot A \cdot K_t}{3,6}$$

Donde:

- Q_T (m³/s) Caudal máximo anual correspondiente al periodo de retorno T, en el punto de desagüe de la cuenca.
- $I(T,t_c)$ (mm/h) Intensidad de precipitación correspondiente al periodo de retorno considerado T, 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 (km²) Área de la cuenca o superficie considerada.
- K_t (adimensional) Coeficiente de uniformidad en la distribución temporal de la precipitación.

Período de retorno

Para el cálculo de obras de drenaje longitudinal se ha considerado adecuado un período de retorno de 25 años.

Cuencas de aportación

Las cuencas de aportación, generalmente taludes, cunetas y superficies de pavimentos, se han de estimar sobre la cartografía 1:1.000 y 1:5.000 del proyecto. Los datos de las cuencas se desarrollan en el anejo de Climatología e Hidrología.

Tiempos de concentración

Se adopta un valor de 5 minutos para la escorrentía conjunta de calzada y márgenes (pavimento, bermas, cunetas y taludes).

Para el resto de superficies al ser apreciable el tiempo de recorrido en flujo difuso sobre el terreno, se estima el tiempo de concentración a partir de la fórmula de cálculo de flujo difuso de la Norma 5.2-I.C, considerando de forma conservadora una franja de aportación de 100 m para el cálculo de las aportaciones unitarias (ya que los caminos paralelos y las cunetas de guarda en este caso recogen la mayor parte de la escorrentía de la cuenca).

Así, los tiempos de concentración obtenidos para el terreno son:

tc EN FLUJO DIFUSO						
Cuenca	Ldif	ndif	Jdif	t dif (min)	tc (min)	tc (h)
0.2	100	0,32	0,01	24,02	24,02	0,400
0.6	100	0,32	0,015	22,07	22,07	0,368
1.4	100	0,32	0,035	18,49	18,49	0,308
1.4.1	100	0,32	0,15	13,64	13,64	0,227

Umbral de escorrentía

Los valores de P_o son los siguientes, partiendo de los datos del anejo de Climatología e Hidrología:

Po					
Terreno	Po,est	β_m	Ft 25	Coef Po 25 (β_{PM})	Po Final
En pavimento, bermas y cunetas	1	0,9	1,13	1,017	1,017
En talud de desmonte	8	0,9	1,13	1,017	8,136
Terreno	El correspondiente a la cuenca (tabla anexa)				

Cuenca	0.2	0.6	1.4	1.4.1
Po Final	32	27	15	18

Intensidad de lluvia

La intensidad de precipitación $I(T, t)$ correspondiente a un periodo de retorno T, y a una duración de aguacero $t=t_c$, a emplear en la estimación de caudales por el Método Racional, se obtiene por medio de la siguiente fórmula:

$$I(T, t) = I_d \cdot F_{int}$$

Donde:

- $I(T,t)$ (mm/h) Intensidad de precipitación correspondiente a un periodo de retorno T y a una duración del aguacero de $t=t_c$.
- I_d (mm/h) Intensidad media diaria de precipitación corregida correspondiente al periodo de retorno T.
- F_{int} (adimensional) Factor de intensidad.

A continuación se resumen las intensidades resultantes:

Cuenca	Variables	Pd (T=25)	tc (h)	l ₁ /l _d	Fa	Fb	Fint	ka	ld	lt
---	En pavimento, bermas, cunetas y taludes	118	0,083	8	25,44	-	25,44	1	4,917	125,09
0.2	Terreno natural (tdif)	118	0,400	8	12,67	-	12,67	1	4,917	62,30
0.6	Terreno natural (tdif)	118	0,368	8	13,20	-	13,20	1	4,917	64,88
1.4	Terreno natural (tdif)	118	0,308	8	14,34	-	14,34	1	4,917	70,53
1.4.1	Terreno natural (tdif)	118	0,227	8	16,50	-	16,50	1	4,917	81,13

Coeficiente de escorrentía y caudales unitarios de aportación

Para las distintas superficies aportantes a lo largo del tramo se obtienen los siguientes coeficientes de escorrentía y caudales unitarios de aportación:

Superficie Aportante	Pd (T=25)	tc (h)	ld	lt	Anchos Pavim, berma, cuneta / Talud	Coef esc talud	Coef esc pavim y cuneta	C _i x A _i	Kt	q unitario (m ³ /s*m)
Un sentido TRONCO (carril+arcén+berma+cuneta)	118	0,083	4,917	125,09	7,6	0,779	0,991	5,917	1,003	0,00021
Dos sentidos TRONCO (carriles+arcenes+1 berma+ cuneta)	118	0,083	4,917	125,09	12,6	0,779	0,991	9,810	1,003	0,00034
Berma +cuneta	118	0,083	4,917	125,09	2,6	0,779	0,991	2,024	1,003	0,00007
2 m talud	118	0,083	4,917	125,09		2,0	0,779	1,982	1,003	0,00007
5 m talud	118	0,083	4,917	125,09		5,0	0,779	4,955	1,003	0,00017
10 m talud	118	0,083	4,917	125,09		10,0	0,779	9,911	1,003	0,00035
Superficie Aportante	Pd (T=25)	tc (h)	ld	lt	Anchos franja flujo difuso	Coef esc terreno	Coef esc pavim y cuneta	C _i x A _i	Kt	q unitario (m ³ /s*m)
Franja 100 m cuenca 0.2	118	0,400	4,917	62,30	100	0,337		33,748	1,022	0,00060
Franja 100 m cuenca 0.6	118	0,368	4,917	64,88	100	0,385		38,464	1,020	0,00071
Franja 100 m cuenca 1.4	118	0,308	4,917	70,53	100	0,590		58,975	1,016	0,00117
Franja 100 m cuenca 1.4.1	118	0,227	4,917	81,13	100	0,527		52,688	1,011	0,00120

7.2 CÁLCULOS HIDRÁULICOS

La comprobación hidráulica de los elementos de drenaje longitudinal se realiza a partir de la fórmula de Manning:

$$\frac{Q}{S} = \frac{R_h^{(2/3)} J^{1/2}}{n}$$

donde:

- Q = Caudal de avenida a desaguar por la cuneta (m³/s)
 S = Sección transversal de la cuneta (m²)

- R_h = Radio hidráulico de la sección (m)
 J = Pendiente de la línea piezométrica en tanto por uno
 n = Coeficiente de rugosidad

La rugosidad de Manning para las superficies revestidas se ha tomado igual a 0,018 que corresponde al hormigón envejecido y erosionado por el paso del agua durante un período de tiempo relativamente amplio. Para las superficies no revestidas se ha adoptado un valor de 0,028.

7.3 DEFINICIÓN Y COMPROBACIÓN DE LOS ELEMENTOS DE DRENAJE

7.3.1 DRENAJE DE LA PLATAFORMA

Se sigue el criterio de desaguar los elementos del drenaje superficial lo antes posible, al objeto de disminuir al máximo la concentración de caudales.

En los tramos de terraplén con bordillo, donde éste puede impedir el desagüe de la capa drenante, la solución consiste en dejar libre dicha capa drenante, en una franja de 10 cm de ancho, a lo largo del bordillo, al objeto de facilitar el desagüe del agua filtrada a través de la misma.

En los terraplenes la evacuación de las aguas infiltradas en los períodos de aguacero se hará lentamente a través de los taludes de los mismos.

Cuando la evacuación del agua de la plataforma se realiza mediante conductos, a puntos fuera del cauce, caben dos alternativas en función de que el sentido sea hacia el terraplén ó hacia fuera del terraplén.

- Si la pendiente es hacia el terraplén, el agua es conducida, hasta el cauce natural más próximo, mediante una cuneta trapezoidal, dispuesta a 1 m mínimo del pie del terraplén y que podrá ser revestida o simplemente de tierra en función de la capacidad necesaria ó del peligro de erosión que exista del terreno natural.
- Si la pendiente del terreno es hacia afuera de la carretera y existe la posibilidad de que haya erosión del terreno ó formación de pequeñas cárcavas, entonces hay que diseñar un dispositivo que lamine el agua vertido de la bajante ó colector de drenaje de la plataforma, impidiendo que el agua se concentre en un punto. Este dispositivo consiste en construir un pequeño recinto de retención a la salida de las bajantes que cumpla la misión de retener el impulso de vertido y produzca una laminación del agua.

En los tramos en desmonte el agua que llega hasta los taludes se intercepta mediante una cuneta de guarda.

A ser posible estas cunetas desaguarán hacia los extremos del desmonte y en los supuestos en que se produzcan puntos bajos con pequeñas escorrentías exteriores, se dispondrán bajantes sobre el talud de desmonte, desde la coronación hasta la cuneta de la calzada.

Estas bajantes son prefabricadas, ya que los caudales que conducen son pequeños (< 0,5 m³/s), no siendo necesaria la ejecución de bajantes “in situ”.

Si la cuneta de coronación produce infiltraciones, que pueden afectar la estabilidad del talud, se construirá revestida, con el borde a una distancia mínima de un metro de la coronación del talud.

Se dispondrán cunetas de pie de terraplén cuando la pendiente del terreno esté dirigida hacia el terraplén y la escorrentía que llega puede producir erosiones en el pie del talud. En este caso la cuneta proyectada será trapezoidal, revestida ó no, dependiendo de la pendiente del terreno y situada a una distancia mínima de 1 m del pie del talud.

Para pendientes que puedan producir erosiones en la cuneta revestida se adoptan precauciones especiales, disponiendo escalones para disipar la energía.

Se considera que esto ocurre cuando la velocidad del agua supera los 6 m/s. Es decir que para velocidades menores a 6 m/s es factible la colocación de cunetas sin saltos.

Se han colocado bordillos cuando la altura del talud a defender es superior a tres metros y reciben escorrentía de la plataforma.

La distancia mínima adoptada entre bajantes es de 30 metros para evitar que la presencia de cualquier obstáculo en el arcén (residuos, escombros, tierra o similares) pueda provocar el encharcamiento de la calzada.

7.3.2 CUNETAS

Generalidades

Las cunetas se utilizan como forma de recogida y encauzamiento de las aguas de lluvia que caen dentro de la plataforma y de aquellas otras aguas de las márgenes que llegan hasta los taludes de los tramos en desmonte.

Las características de las cunetas vienen condicionadas por los demás elementos de la sección tipo. Su trazado en planta, pendientes, dimensiones, taludes, etc, deberán adecuarse a la carretera.

Se ha procurado que la evacuación de las aguas de las cunetas se produzca en obras de drenaje proyectadas, en ramblas o en otros cauces producidos por la escorrentía natural del terreno.

La pendiente longitudinal de la cuneta se ajustará a la rasante de la carretera, salvo que se estime necesario modificarla para mejorar su capacidad de desagüe. Estos tramos se indican en los planos.

La longitud máxima entre puntos de desagüe no debería sobrepasar el límite de su capacidad, en cuyo caso deberá completarse por colectores a los que viertan a través de sumideros.

Para las pendientes longitudinales se adoptan los siguientes valores:

- Mínima del 1% en cunetas de tierra
- Mínima del 0,35% en cunetas de hormigón

En el caso de cunetas de plataforma, se adoptará la pendiente longitudinal de la vía, salvo los tramos que ha sido necesario forzar la pendiente para alcanzar la cota de desagüe dada la horizontalidad del terreno en algunas zonas.

Máxima según las velocidades máximas admisibles:

- 1,2 - 1,5 m/s en cunetas de tierra
- 4,5 - 6,0 m/s en cunetas de hormigón

Las dimensiones y pendiente longitudinal de la cuneta asegurarán, que para el caudal de cálculo, no se superan las velocidades máximas admisibles.

Para velocidades superiores a las de la cuneta de hormigón se adoptarán precauciones especiales contra la erosión, disponiendo escalones para disipar la energía cinética del agua, protegiendo su pie para evitar socavaciones, entre otras alternativas de diseño.

En las zonas de acuerdos verticales se pondrá especial atención en el desagüe de las cunetas, evitando que se produzcan sedimentaciones y ajustándose, en todo momento, a las pendientes mínimas adoptadas.

El máximo nivel de la lámina de agua no deberá alcanzar la superficie de la plataforma, en relación con la posibilidad de interrupción del funcionamiento de la propia carretera.

7.3.2.1 Capacidad de las cunetas

El nivel de la lámina de agua admisible se considera como la correspondiente a la altura total revestida. En cunetas es por tanto admisible considerar su capacidad a sección llena.

En el apéndice 4 del anejo se incluye una tabla con las capacidades y velocidades en capacidad de los distintos tipos de cuneta empleados en el proyecto en función de la pendiente.

7.3.2.2 Cunetas laterales

En los tramos en los que la plataforma se encuentra en desmonte, se ha proyectado una cuneta a todo lo largo del mismo del lado de la cuenca con el fin de recoger y evacuar el agua de escorrentía del talud, la procedente de la propia calzada en el caso de que a causa del peralte fluya hacia el lateral y el agua aportada por áreas adyacentes que confluyan hacia el talud, que es recogida por las cunetas de guarda y conducida hacia las cunetas laterales, en el caso en que se produzcan puntos bajos, por medio de bajantes prefabricadas.

Según las indicaciones del Pliego de proyecto se han proyectado cunetas revestidas de hormigón para el encauzamiento de las aguas de escorrentía del talud y de la propia berma.

Puede ocurrir que dada la longitud del desmonte y la pendiente a adoptar, incluso las cunetas revestidas no tengan capacidad para el caudal total o sea necesario evacuar un punto bajo en desmonte. En ese caso habrá que disponer arquetas a las que vierta la cuneta y colectores bajo la cuneta que conduzcan el agua hasta un punto de desagüe.

En aquellos desmontes a media ladera o cuando la distinta longitud de la trinchera a ambos lados lo permita, se proyectarán salidas de las cunetas, con una distancia máxima de 500 m. Éstas constarán de una arqueta de desagüe de la cuneta, con arenero y tubos transversales a la plataforma que luego se continuarán mediante bajantes o escalonamientos, según la pendiente y el caudal a desaguar.

Se adopta la misma pendiente longitudinal que en la plataforma. Si es necesario desaguar un punto bajo de la plataforma, se dispondrán cunetas en contrapendiente con un 0,5% de pendiente.

Las principales características de las cunetas laterales proyectadas son:

- Cuneta lateral genérica en el ramal de conexión con N-547:
 - Triangular Revestida tipo CL
 - Triangular de 1,5 m de ancho: 0,90 + 0,60
 - Profundidad 0.30 m
 - Taludes: 3H:1V, lado contiguo a la vía; 2H:1V, lado opuesto
 - Se acompaña de dren y arquetas de registro de dren cada 50 m.

- Cuneta lateral con pendiente forzada en el ramal de conexión con N-547:
Trapezoidal revestida tipo CR1
Trapezoidal de 0,50 m de alto y taludes 1H:2V
Se acompaña de dren y arquetas de registro de dren cada 50 m
- Cuneta lateral en caminos paralelos y reposición de caminos:
Triangular Revestida tipo CR2
Triangular de 0.80 m de ancho: 0,50 + 0,30
Profundidad 0.30 m
Taludes: 3H:2V, lado contiguo a la vía; 1H:1V, lado opuesto

En los planos de detalles del drenaje longitudinal se reflejan estas tipologías con su posición relativas respecto de la plataforma y taludes.

El desagüe se hará de una de estas formas:

- Directamente al terreno natural, en los puntos de transición de desmontes a terraplén, alejando el vertido lo suficiente para no dañar los taludes del terraplén y disponiendo las protecciones necesarias
- A las obras de drenaje transversal

Se han detectado tramos de cunetas en contrapendiente que se han resuelto con pendientes inversas del 0,5%. Dada su corta longitud no se ha considerado necesario definir el perfil de dicha cuneta. Se encuentran localizados en los planos 2.6.1 Planta de drenaje.

En las tablas incluidas al final del apartado se presentan tanto la definición de las cunetas laterales como los cálculos hidráulicos, dimensionamiento y comprobación de la sección.

Únicamente se comprueban aquellas cunetas de los viales principales y las de los caminos que tienen relevancia en cuanto a la aportación recibida (como es el caso de las cunetas de guarda o cunetas del camino paralelo de la margen izquierda, que evita la llegada del agua al tronco principal).

7.3.2.3 Cuneta de guarda en desmonte

En taludes erosionables que reciban escorrentías importantes, se dispone de una cuneta de guarda, que impide que el agua afluya directamente al talud.

A ser posible, estas cunetas desaguan hacia los extremos del desmonte. En los supuestos en que se produzcan puntos bajos con pequeñas escorrentías exteriores se

disponen bajantes prefabricadas sobre el talud desde la coronación hasta la cuneta lateral.

Para no afectar la estabilidad del talud, la cuneta se construye revestida, con el borde a una distancia mínima de la coronación del talud de 1 m.

Sus características principales:

- Son de sección trapezoidal de tipo CR1, revestidas de hormigón; tienen 0,50 m de alto y taludes 1H:2V. El ancho de la base es de 0,5 m.
- Van instaladas siguiendo la pendiente del terreno, salvo que la velocidad supere los límites máximos establecidos o la pendiente sea superior al 7%, en cuyo caso se dispondrán escalones.

En las tablas incluidas al final del apartado se presentan tanto la definición de esta tipología de cunetas como los cálculos hidráulicos, dimensionamiento y comprobaciones de la sección.

7.3.2.4 Cunetas de pie de terraplén

En los casos en los que la pendiente natural conduce el caudal circulante a los pies de los terraplenes pudiendo causar daños (arrastre de materiales, encharcamientos, etc) se procederá a la colocación de cunetas de pie de terraplén que eviten dichos problemas.

Pueden ser de tierra o revestidas, de forma trapezoidal y distante 1 m, como mínimo, del pie del terraplén.

Sus características principales:

- Son de sección trapezoidal de tipo CR1, revestidas de hormigón; tienen 0,50 m de alto y taludes 1H:2V, con 0,5 m de base.
- Van instaladas siguiendo la pendiente del terreno, salvo que la velocidad supere los límites máximos establecidos o la pendiente sea superior al 7%, en cuyo caso se dispondrán escalones.

En las tablas incluidas al final del apartado se presentan tanto la definición de esta tipología de cunetas como los cálculos hidráulicos, dimensionamiento y comprobación de la sección.

COMPROBACIÓN DE CUNETAS PROYECTADAS

(*) En las tablas de capacidad hidráulica de las cunetas incluidas en el apéndice 4 se especifica la capacidad hidráulica (Qch) y la velocidad máxima en capacidad (Vch) de cada tipo de cuneta según la pendiente.

RAMAL CONEXIÓN N-547														
TIPO	PK INICIO	PK FIN	LONGITUD	PENDIENTE (%)	Q _{unit} (m3/s)	Q _{cuneta} (m3/s)	OTRAS APORTACIONES Qotras (m3/s)	CAUDAL PROYECTO Qp=Qcuneta + Qotras (m3/s)	CAPACIDAD TRAMO Qch	Qch > Qp	CALADO (m)	Vp (m/s)	Vp<Vmax	OBSERVACIONES
TRONCO - MARGEN IZQUIERDO														
CR1	0+000	0+091	91,00	0,63	0,00021	0,01877		0,01877	0,237	CUMPLE	0,11	0,611	CUMPLE	
CR1	0+091	0+260	169,00	0,50	0,00021	0,03486	0,01877	Tramo anterior	0,05363	0,556	0,12	0,781	CUMPLE	Desagua a ODT 0.2
CR1	0+650	0+493	157,00	1,27	0,00007	0,01108		0,01108	0,411	CUMPLE	0,08	0,691	CUMPLE	
CR1	0+493	0+383	110,00	1,00	0,00007	0,00776	0,01108	Tramo anterior	0,01884	0,335	0,10	0,724	CUMPLE	
CR1	0+383	0+260	123,00	1,00	0,00021	0,02537	0,01884	Tramo anterior	0,04421	0,335	0,14	0,898	CUMPLE	Desagua a ODT 0.2
CL	0+800	0+860	60,00	1,00	0,00028	0,01652		0,01652	0,335	CUMPLE	0,10	0,700	CUMPLE	
CL	0+860	0+960	100,00	2,70	0,00038	0,03790	0,01652	Tramo anterior	0,05442	0,530	0,13	1,372	CUMPLE	
CL	0+960	1+050	90,00	0,51	0,00038	0,03411	0,05442	Tramo anterior	0,08853	0,237	0,21	0,830	CUMPLE	
CL	1+050	1+210	160,00	0,51	0,00042	0,06656	0,08853	Tramo anterior	0,15510	0,237	0,25	0,954	CUMPLE	
CL	1+210	1+300	90,00	0,51	0,00055	0,04966	0,15510	Tramo anterior	0,20475	0,237	0,28	1,023	CUMPLE	Desagua a arqueta y OTDL
CL	1+390	1+300	90,00	0,50	0,00051	0,04632		0,04632	0,237	CUMPLE	0,16	0,701	CUMPLE	Desagua a arqueta y OTDL
TRONCO - MARGEN DERECHO														
CL	0+000	0+160	160,00	0,63	0,00021	0,03300		0,03300	0,237	CUMPLE	0,14	0,701	CUMPLE	Desagua a terreno
CL	0+620	0+493	127,00	1,27	0,00034	0,04343		0,04343	0,411	CUMPLE	0,13	0,978	CUMPLE	
CL	0+493	0+383	110,00	1,00	0,00034	0,03762		0,03762	0,335	CUMPLE	0,13	0,863	CUMPLE	Desagua a terreno
CL	0+780	0+860	80,00	1,00	0,00028	0,02203		0,02203	0,335	CUMPLE	0,11	0,757	CUMPLE	
CL	0+860	0+960	100,00	2,70	0,00038	0,03790	0,02203	Tramo anterior	0,05993	0,530	0,13	1,405	CUMPLE	
CL	0+960	1+050	90,00	0,51	0,00038	0,03411	0,05993	Tramo anterior	0,09404	0,237	0,21	0,843	CUMPLE	
CL	1+050	1+150	100,00	0,51	0,00069	0,06874	0,09404	Tramo anterior	0,16278	0,237	0,26	0,966	CUMPLE	
CL	1+150	1+210	60,00	0,50	0,00069	0,04125	0,16278	Tramo anterior	0,20403	0,237	0,28	1,015	CUMPLE	
CL	1+210	1+300	90,00	0,50	0,00024	0,02190	0,20403	Tramo anterior	0,22592	0,237	0,29	1,041	CUMPLE	Desagua a arqueta y colector
CL	1+380	1+300	80,00	1,00	0,00024	0,01946		0,01946	0,335	CUMPLE	0,10	0,733	CUMPLE	Desagua a arqueta y colector
CUNETAS GUARDA - MARGEN IZQUIERDO														
CR1	1+130	1+050	80,00	3,00	0,00071	0,05657		0,05657	1,362	CUMPLE	0,07	1,455	CUMPLE	Conecta con pasacunetas
CR1	1+040	0+800	240,00	1,00	0,00071	0,16970	0,05657	Tramo anterior	0,22626	0,786	0,24	1,523	CUMPLE	
CR1	0+800	0+700	100,00	1,00	0,00117	0,11740	0,22626	Tramo anterior	0,34366	0,786	0,31	1,702	CUMPLE	Desagua a ODT 0.6
CR1	1+130	1+350	220,00	3,50	0,00117	0,25828		0,25828	1,471	CUMPLE	0,18	2,477	CUMPLE	
CR1	1+350	1+400	50,00	6,50	0,00117	0,05870	0,25828	Tramo anterior	0,31699	2,004	0,17	3,274	CUMPLE	
CR1	1+400	1+445	45,00	3,00	0,00169	0,07599	0,36331	Tramo anterior +cuneta desmonte	0,43930	1,362	0,26	2,720	CUMPLE	Desagua a ODT 1.4
CR1 escalonada	Glorieta	1+470	45,00	10,00	0,00169	0,07599	0,01238	Tramo anterior	0,08837	2,486	0,07	2,518	CUMPLE	Cuneta escalonada
CR1	1+470	1+455	15,00	1,50	0,00155	0,02330	0,08837	Tramo anterior	0,11166	0,966	0,14	1,433	CUMPLE	Desagua a ODT 1.4

ACCESO OESTE A GLORIETA N-547														
TIPO	PK INICIO	PK FIN	LONGITUD	PENDIENTE (%)	Q _{unit} (m3/s)	Q _{cuneta} (m3/s)	OTRAS APORTACIONES Q _{otras} (m3/s)	CAUDAL PROYECTO Q _p =Q _{cuneta} + Q _{otras} (m3/s)	CAPACIDAD TRAMO Q _{ch}	Q _{ch} > Q _p	CALADO (m)	V _p (m/s)	V _p <V _{max}	OBSERVACIONES
MARGEN DERECHO														
CL	0+000	0+060	60,00	3,00	0,00021	0,01238		0,01238	0,581	CUMPLE	0,07	0,987	CUMPLE	Desagua a cuneta guarda tronco

(*) El cunetón de la margen izquierda se comprueba en su apartado correspondiente.

CONEXIÓN CON REPOSICIÓN DE CAMINO EN N-547														
TIPO	PK INICIO	PK FIN	LONGITUD	PENDIENTE (%)	Q _{unit} (m3/s)	Q _{cuneta} (m3/s)	OTRAS APORTACIONES Q _{otras} (m3/s)	CAUDAL PROYECTO Q _p =Q _{cuneta} + Q _{otras} (m3/s)	CAPACIDAD TRAMO Q _{ch}	Q _{ch} > Q _p	CALADO (m)	V _p (m/s)	V _p <V _{max}	OBSERVACIONES
CUNETA GUARDA - MARGEN DERECHO														
CR1 escalonada	0+000	0+035	35,00	13,00	0,00120	0,04202		0,04202	2,486	CUMPLE	0,04	2,104	CUMPLE	Desagua a bajante desmonte
CR1	0+050	0+035	15,00	1,80	0,00120	0,01801		0,01801	1,112	CUMPLE	0,04	0,823	CUMPLE	Desagua a bajante desmonte
CR1 escalonada	0+050	0+080	30,00	8,00	0,00120	0,03602		0,03602	2,223	CUMPLE	0,04	1,708	CUMPLE	Desagua a bajante desmonte

(*) Las cunetas laterales no se comprueban por tener aportación reducida.

REPOSICIÓN DE CAMINO EN N-547														
TIPO	PK INICIO	PK FIN	LONGITUD	PENDIENTE (%)	Q _{unit} (m3/s)	Q _{cuneta} (m3/s)	OTRAS APORTACIONES Q _{otras} (m3/s)	CAUDAL PROYECTO Q _p =Q _{cuneta} + Q _{otras} (m3/s)	CAPACIDAD TRAMO Q _{ch}	Q _{ch} > Q _p	CALADO (m)	V _p (m/s)	V _p <V _{max}	OBSERVACIONES
CUNETA GUARDA - MARGEN DERECHO														
CR1	0+000	0+060	60,00	4,60	0,00120	0,07203		0,07203	1,668	CUMPLE	0,07	1,816	CUMPLE	Desagua a bajante desmonte

(*) Las cunetas laterales no se comprueban por tener aportación despreciable.

CAMINO PARALELO MARGEN IZQUIERDA														
TIPO	PK INICIO	PK FIN	LONGITUD	PENDIENTE (%)	Q _{unit} (m3/s)	Q _{cuneta} (m3/s)	OTRAS APORTACIONES Q _{otras} (m3/s)	CAUDAL PROYECTO Q _p =Q _{cuneta} + Q _{otras} (m3/s)	CAPACIDAD TRAMO Q _{ch}	Q _{ch} > Q _p	CALADO (m)	V _p (m/s)	V _p <V _{max}	OBSERVACIONES
MARGEN IZQUIERDO														
CR2	1+020	0+940	80,00	0,75	0,00071	0,05657		0,05657	0,115	CUMPLE	0,21	0,930	CUMPLE	Desagua a badén y ODT 0.6

(*) La cuneta lateral del margen derecho no se comprueba por tener aportación despreciable.

(*) Las cunetas laterales del CAMINO PARALELO MARGEN DERECHO no se comprueban por tener aportación despreciable.

7.3.3 BORDILLOS Y BAJANTES PREFABRICADAS

Las bajantes prefabricadas son elementos del drenaje longitudinal situados en taludes de terraplén o de desmonte en hormigón para soportar la erosión del agua a velocidades elevadas.

En los terraplenes de más de 3 m que reciban escorrentía por peralte de la plataforma se dispondrán bordillos de coronación, en el borde del arcén, a fin de evitar erosiones en los mismos. Los desagües se efectuarán mediante bajantes prefabricadas.

La altura del bordillo no deberá exceder de 7 cm, e irá colocado a ras de la barrera de seguridad, si la hubiere, de forma que un impacto sobre ella no lo deteriore.

La longitud de bordillo entre puntos de desagüe, y por tanto la distancia entre bajantes, será como máximo de 35 m. En todo caso, se colocarán bajantes en todos los puntos bajos.

La distancia máxima adoptada para las bajantes en terraplén es de 35 m para evitar que la presencia de cualquier obstáculo en el arcén (residuos sólidos, escombros, troncos de pequeños arbustos, etc) pueda provocar el encharcamiento de la calzada. Se colocan las bajantes en desmonte para evitar que el agua circule libremente por los taludes en los puntos bajos.

Se proyectan las bajantes prefabricadas: tipo B1 de 30 cm de anchura (desagüe de bordillo en terraplén) y la tipo B2 de 40 cm de anchura (desagüe de las cunetas de coronación). En caso de que en algún punto de desagüe sea necesario, se dispondrán bajantes dobles.

Para la comprobación hidráulica de los bordillos se ha considerado un peralte medio del 2%, con la pendiente longitudinal de cada caso.

Realizando el cálculo hidráulico de la lámina de agua que discurre por el arcén en todas las situaciones se puede comprobar que el ancho máximo de la lámina se sitúa en 1,42 m, no mojando en ningún caso la calzada, puesto que el arcén mide 1,50 m.

La comprobación de las bajantes de terraplén se realiza en la más desfavorable, que será el tramo de mayor caudal recogido por los bordillos. En las bajantes de desmonte se calcula la más desfavorable, que será el tramo de mayor caudal recogido por cunetas de guarda que desagüen a bajantes. En caso de que en algún punto de desagüe sea necesario, se dispondrán bajantes dobles y se comprobará la siguiente más desfavorable entre el resto.

El diseño geométrico, al igual que detalles de su construcción y en especial sus anclajes, como la distancia máxima entre ellos, se presentan en los planos de detalles del drenaje longitudinal.

Se adjuntan los cálculos hidráulicos resultantes del proceso de comprobación de los bordillos proyectados, así como de las bajantes de terraplén y de desmonte los casos más desfavorables.

COMPROBACIÓN DE BORDILLOS

EJE	ÁREA APORTACIÓN (m ²)						Q (m ³ /s)			DATOS ARCÉN-CAZ					CÁLCULO CAZ-ARCÉN										
	Bordillo	P.K. inicio	P.K. Fin	L (m)	J (%)	J (med) m/m	Calzada	Berma	Mediana	S. Total	Q Tramo (m ³ /s)	Q precedente	Q _{total} (m ³ /s)	n (Manning)	% PERALTE	T1 (TALUD 1)	T2 (TALUD 2, SI HAY BORDILLO VERTICAL)	Ancho arcén	Calado (m)	Ancho lámina (m)	Superficie mojada	Perímetro Mojado	Radio hidráulico	v (m/s)	Cumple
3	MI	0+070	---	22,00	1,00%	0,010	209,0	0,0	0,0	0,0002	0,0072	0,0000	0,0072	0,014	2,000	50,00	0,00	1,50	0,027	1,346	0,0181	1,3734	0,0132	0,399	OK
1	MI	1+480	1+445	35,00	2,00%	0,020	350,0	0,0	0,0	0,0004	0,0119	0,0000	0,0119	0,014	2,000	50,00	0,00	1,50	0,029	1,425	0,0203	1,4540	0,0140	0,586	OK
1	MD	FIN	1+460	35,00	2,00%	0,020	175,0	0,0	0,0	0,0002	0,0060	0,0000	0,0060	0,014	2,000	50,00	0,00	1,50	0,022	1,099	0,0121	1,1212	0,0108	0,493	OK
3	MD	0+110	---	25,00	1,00%	0,010	237,5	0,0	0,0	0,0002	0,0081	0,0000	0,0081	0,014	2,000	50,00	0,00	1,50	0,028	1,402	0,0196	1,4301	0,0137	0,410	OK

COMPROBACIÓN DE BAJANTES DE TERRAPLÉN Y DESMONTE

SITUACIÓN	TIPO	Q ₂₅ (m ³ /s)	ANCHO (m)	ALTURA (m)	PENDIENTE (m/m)	n	y (m)	Sm	V _{calculado} (m/s)	V _{max}	y _{max}	Comprob.	S _{max}	P _{max}	R _{max}	Q _{max} a sección llena (m ³ /s)
Ramal - 1+445	B1	0,0119	0,3	0,07	0,667	0,014	0,013	0,0039	3,061	6	0,07	OK	0,0210	0,4400	0,0477	0,1611
Rep. Cam. N547 - 0+060	B2 doble	0,1080	0,8	0,32	0,667	0,014	0,027	0,0215	5,015	6	0,07	OK	0,2560	1,4400	0,1778	4,7205
Conx. Rep. Cam. N547 - 0+040	B2	0,0600	0,4	0,32	0,667	0,014	0,029	0,0118	5,088	6	0,07	OK	0,1280	1,0400	0,1231	1,8471

7.3.4 COLECTORES, OTDL Y PASACUNETAS

Los colectores se diseñan cuando se agota la capacidad hidráulica de la cuneta y resulta imposible la evacuación del caudal que discurre por la misma. Se recogerá el agua mediante arquetas dispuestas en la cuneta y será conducida mediante el colector por debajo de la misma hasta encontrar un punto de desagüe.

Su ubicación será generalmente bajo las cunetas, salvo que haya que cruzar la calzada para desaguar, caso de las Obras Transversales de Drenaje Longitudinal (OTDL).

Los colectores y OTDLs estarán formados por piezas prefabricadas de hormigón, de diámetro mínimo 40 cm.

En el caso de los pasos salvacunetas se ha utilizado el tubo de diámetro 40 cm como mínimo; si su longitud es mayor o igual a 12 m, el diámetro será de 60 cm, dispuestos de forma que comuniquen los extremos de los pasos.

Los tubos serán vibroprensados de hormigón armado, del tipo de enchufe y campana con juntas de goma. Irán apoyados sobre una cama de hormigón de nivelación, con su adecuado recubrimiento.

Se evitarán los tramos con poca pendiente, que favorezcan el depósito de sedimentos. En este sentido se adopta una pendiente mínima del 0,5%.

La pendiente máxima viene limitada por la velocidad del agua que no debe sobrepasar el valor de 6 m/s.

Para determinar su profundidad se fija como límite el que la línea de energía no quede a menos de 30 cm por debajo de las tapas de las arquetas.

En los planos de planta se representa su ubicación y en los planos de detalles de drenaje longitudinal sus detalles característicos.

La capacidad máxima de los colectores, OTDLs o pasacunetas, se ha calculado funcionando a sección llena (considerada en este caso al 80%), sin entrar en carga.

Para los cálculos se utiliza la fórmula de Manning.

Se considera un coeficiente de Manning de 0,018, valor conservador en cuanto a la capacidad, en previsión del comportamiento de hormigones viejos.

COMPROBACIÓN DE COLECTORES, OTDL Y PASACUNETAS

SITUACIÓN	OBJETO	LONGITUD (m)	CAUDAL Qp (m3/s)	n (Manning)	J (med) m/m	Ø (mm)	CÁLCULO A SECCIÓN LLENA (% llenado)			VERIFICACIÓN		
			T=25 AÑOS				Llenado (%)	Q /Q	Q (l/s)	Llenado (%)	Vmax (m/s)	Funcionamiento
Glorieta N-547 0+130	Colector desagüe glorieta	25,00	0,066	0,018	0,005	400	80%	0,91	96,78	58%	0,88	CUMPLE
Ramal Conexión N-547 1+300 transversal	OTDL	13,00	0,251	0,018	0,005	600	80%	0,91	285,35	70%	1,19	CUMPLE
Ramal Conexión N-547 1+300 a 1+420 MD	Colector desagüe cuneta	125,00	0,496	0,018	0,005	800	80%	0,91	614,53	65%	1,44	CUMPLE
Carretera Diputación MI	Pasacunetas	13,00	0,057	0,018	0,01	600	80%	0,91	403,54	24%	1,08	CUMPLE
Reposición de camino en N-547, 0+060	OTDL	10,00	0,168	0,018	0,005	600	80%	0,91	285,35	52%	1,12	CUMPLE

7.3.5 ARQUETAS

Son los elementos que sirven de recogida de agua de las cunetas hasta los colectores, asegurando, a la vez, la inspección y conservación de los dispositivos enterrados de desagüe.

Van situados en los puntos de encuentro de colectores, en sumideros y en cambios de dirección de la tubería en planta y alzado.

Se establece una separación máxima entre arquetas de 50 m.

Se construirán de hormigón armado, de forma cuadrada o rectangular.

Las dimensiones mínimas en planta dependerán de su profundidad.

Para las profundidades hasta 1,50 m las dimensiones mínimas serán de 0,80 m en sentido de la corriente y también de 0,80 m en dirección normal. Si la profundidad es mayor de 1,50 m la arqueta deberá tener una dimensión mínima interior de 1,00 m. En ambos casos se dispondrán pases de acceso.

Irán dotadas de un arenero de profundidad mínima de 0,20 m.

La parte superior deberá tener la forma y dimensiones de la cuneta, con unas impostas para contener los pequeños derrames del terreno, situadas por encima de la sección de desagüe de la cuneta.

Llevará incorporada, igualmente, una rejilla hecha con redondos soldadas a un bastidor en "L", que a su vez irá anclada al hormigón, al objeto de evitar su robo o desplazamiento.

Sus características principales se encuentran en los planos de detalles de drenaje longitudinal.

8 DRENAJE SUBTERRÁNEO

8.1.1 INTRODUCCIÓN

La infiltración del agua a través del firme es un fenómeno complejo que depende de numerosos factores, entre los que se encuentran la permeabilidad total del pavimento, su estudio de conservación, su regularidad, pendiente, intensidad de lluvia, duración de la lluvia, entre otros factores.

Las permeabilidades de las mezclas asfálticas para firmes y de las losas de hormigón, después de ser usadas por el tráfico, se encuentran del orden de $K = 10^{-9}$ cm/s, lo que indica que la mayor parte del agua que habitualmente se encuentra en la capa drenante penetrará a través de grietas, juntas y otras discontinuidades del firme.

El drenaje del firme debe proyectarse para la captación de las aguas de lluvia infiltradas a través de la plataforma y sus márgenes que puedan acceder a las capas del firme, a la explanada y en su caso a suelos adyacentes susceptibles a la acción del agua.

Este drenaje podrá realizarse bien mediante drenes enterrados o prolongando la capa drenante hasta los taludes de los terraplenes o cunetas. Además, deben darse pendientes transversales mínimas a la explanada, subbase y base.

Los drenes proyectados para el drenaje del firme se situarán por lo menos a 0,5 metros del borde de la calzada con la tubería por debajo del nivel de máxima penetración de la helada (en los estudios y proyectos de carreteras situadas a una altitud superior a 1500 m se asegurará mediante un estudio especial, que la explanada y el drenaje subterráneo sean adecuados para evitar este fenómeno, ajustándose en lo demás a la Norma 5.1-I.C. y 5.2-I.C. y con el borde superior de las cunetas de hormigón o arcilla del tubo a una profundidad de 15 a 40 cm bajo el nivel superior de la explanada.

8.1.2 RECORRIDO DE LAS AGUAS INFILTRADAS

Para la selección del caso de aplicación de la Orden Circular 17/2003 "Recomendaciones para el proyecto y construcción del drenaje subterráneo en obras de carretera", se ha tenido en cuenta que la capa inferior del firme está constituida por una zahora, de modo que se considera el caso F, es decir, la capa de baja permeabilidad considerada es la explanada.

Para favorecer la salida de las aguas se dispondrá una pendiente transversal mínima del 2%, una vez terminada y refinada.

Una vez analizado el recorrido de las aguas infiltradas se obtienen los tipos de flujo siguientes:

- Vertical hacia el suelo de la explanación.
- Lateral de tipo subhorizontal, hacia los espaldones o vertido directo a cunetas en medianas y desmontes.
- Lateral de tipo subhorizontal hacia los drenes de proyecto.

Con el caso de aplicación considerado y los tipos de flujo observados, conforme a la citada Orden Circular, se contemplará cada una de las secciones tipo de la carretera, definiendo la solución de drenaje subterráneo establecido en cada caso. En el apartado siguiente se describe cada una de estas soluciones.

8.1.3 EVACUACIÓN DE LAS AGUAS INFILTRADAS

Relleno de bermas

El drenaje se realizará prolongando la capa drenante de zahorra artificial hasta los taludes de los terraplenes en el caso de rellenos, según los detalles de la Orden Circular 17/2003 “Recomendaciones para el proyecto y construcción del drenaje subterráneo en obras de carretera”, FR11 y FR01; según la pendiente transversal de la calzada sea a favor de la circulación de agua o en contra pendiente respectivamente.

Desmontes

Para el diseño del drenaje subterráneo en los pies de desmonte se han tenido en cuenta las características geométricas siguientes de la sección tipo:

- Es necesario disponer de un ancho libre en la berma de 30 cm para la barrera de seguridad.
- El ancho total de la berma es de 1,10 m.

Se ha considerado la situación geométrica más desfavorable en desmontes para el diseño de una solución de drenaje superficial específica para el presente Proyecto, si bien se han respetado minuciosamente los criterios establecidos en la Orden Circular 17/2003.

Los drenes se colocarán en una zanja drenante bajo cuneta, según los detalles FD02 y FD12.

8.1.4 CRITERIOS FUNCIONALES

Para cada elemento del sistema del drenaje del firme hay que tener en cuenta:

- El caudal que tiene que aportar y desaguar (caudal de referencia).
- Su grado de saturación, sobre todo si se trata de una capa granular.
- El riesgo de su obstrucción y colmatación.

Se tienen que cumplir las condiciones funcionales siguientes:

- El sistema de drenaje del firme se debe coordinar con el del drenaje superficial, evitando que el agua recogida por éste último pueda alimentar al primero.
- Según se avance en la dirección del flujo del agua la capacidad de desagüe no puede disminuir.
- La capacidad de desagüe no puede ser inferior a la necesaria para evacuar el caudal de referencia con un cierto margen de seguridad.

8.1.4.1 Tubería drenante por encima de nivel freático

Cuando las tuberías drenante se encuentre por encima del nivel freático, y no sea previsible la afluencia de otros caudales, se considerarán a efectos de cálculo, los de infiltración provenientes fundamentalmente de bermas y mediana en su caso, que podrán estimarse a partir de los valores indicados en la siguiente tabla:

Tabla 7.4.5 CAUDALES UNITARIOS DE INFILTRACIÓN PARA EL CÁLCULO DE TUBERÍAS DRENANTES

ESTADO DE IMPERMEABILIDAD SUPERFICIAL	ALTO	MEDIO	BAJO
Caudal unitario, q [l/(m ² *s)]	10 ⁻⁵	10 ⁻⁴	10 ⁻²

Para la aplicación de esta tabla se considerarán los siguientes criterios:

Estado de impermeabilidad superficial alto

Se considerará el estado de impermeabilidad superficial alto, cuando se cumplan simultáneamente las siguientes condiciones:

- Las cunetas estén revestidas
- Las superficies no revestidas, representen menos de un quince por ciento (15%) del área de longitud L y anchura B que se definen en el siguiente epígrafe.

Estado de impermeabilidad superficial medio

Se considerará el estado de impermeabilidad superficial medio, cuando se cumplan simultáneamente las siguientes condiciones:

- Las cunetas estén revestidas en al menos un ochenta por ciento (80%) de la longitud analizada L.

- Las superficies no revestidas, representen menos de un treinta por ciento (30%) del área de longitud L y anchura B que se definen en el siguiente epígrafe.

Estado de impermeabilidad superficial bajo.

Se considerará el estado de impermeabilidad superficial bajo, cuando se cumpla alguno de los requisitos para poder considerarlo como medio.

Determinación de cálculo de la tubería drenante Q_L , se obtendrá como:

$$Q_L = q \cdot B \cdot L$$

Donde:

Q_L = Caudal de cálculo de la tubería drenante.

q = Caudal unitario de infiltración, obtenido de la tabla 7.4.5

L = Longitud entre arquetas o pozos de registro consecutivos en los que se produce el desagüe de la tubería drenante.

B = Anchura de cálculo.

La anchura B puede ser variable a lo largo del tramo estudiado, por lo que el producto B * L podrá obtenerse como:

$$B \cdot L = \sum_{i=1}^n b_i \cdot l_i$$

Donde:

n = Número de tramos que comprende la discretización.

l_i = Longitud del tramo i-ésimo, de anchura b_i

b_i = Anchura del tramo i-ésimo, de longitud l_i

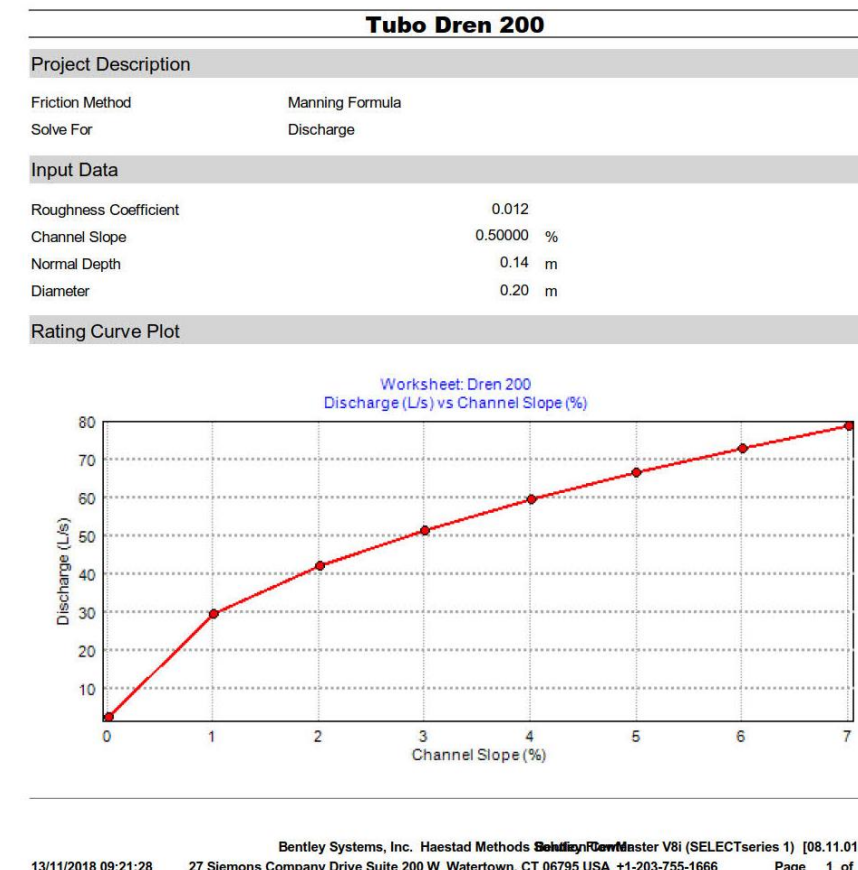
Considerando un estado de impermeabilidad MEDIO, y tomando como valor de las dimensiones B y L las más desfavorables encontradas en el proyecto en ambos casos, 13,5 m. y 250 m. respectivamente, se obtiene un caudal:

$$Q = 290 \cdot 10,2 \cdot 10^{-4} = 0,30 \text{ l/s}$$

8.1.5 DIMENSIONAMIENTO

Se adopta un tubo de PVC y diámetro interior 200mm, para el cual se hace la comprobación, deduciendo si la sección elegida es la más adecuada.

A la vista del gráfico presentado a continuación se observa que la capacidad portante del dren para una pendiente mínima de 0,5% y un calado máximo de 14 cm es de 21,04 l/s, proyectándose al menos un punto de desagüe cada 500 metros.



8.1.6 ELEMENTOS DEL DRENAJE DEL FIRME

a) Drenes

El tubo adoptado, como se indicó en el apartado de dimensionamiento es de diámetro 200 mm. El criterio seguido para la ubicación de los drenes es el siguiente:

- Dren en borde de calzada, junto al arcén exterior, en todos los tramos que vayan en desmonte.

Al dren de borde de calzada se le presentan dos posibilidades de desaguar, por este orden:

- Directamente al terreno natural. En este caso, y una vez sobrepasada la línea de desmonte, hay que continuar con el dren por el terraplén hasta conseguir cota suficiente para desaguar.

En los casos en que el dren vaya solo, se ha utilizado una distancia, entre puntos de desagüe, normalmente no superior a 500 metros.

Las salidas a los taludes se harán con radios superiores a 1 m reforzando y balizando los extremos salientes de manera que no se produzcan averías durante las operaciones de conservación.

Para evitar la contaminación del dren, se protegerá el material filtro envolvente con una malla de geotextil.

Los drenes irán apoyados sobre una capa de hormigón de nivelación, de espesor 10 cm.

El empalme de los drenes se realizará mediante la utilización de un manguito, de forma que una vez acoplado no pueda desunirse.

La flexibilidad axial del tubo será suficiente para acoplarse a la curvatura de la zanja y permitirá desvíos hasta 45°.

La pendiente longitudinal no será inferior al 0,5%, salvo que se justifique la necesidad de utilizar otras pendientes menores, que en ningún caso serán inferiores al 0,2%, tal y como se establece en el apartado 6.2.2.4. de la Norma 5.1-I.C.

b) Relleno de las zanjas

La permeabilidad del material filtro será superior a la de la sub-base.

Cuando los drenes vayan bajo la calzada, caso de drenes transversales o en espina de pez, el relleno de la zanja será igual al material de la sub-base.

Para impedir la contaminación del material filtrante de la zanja por las partículas finas del terreno adyacente se dispondrá la instalación de una malla de geotextil.

Para evitar el peligro de colmatación de los tubos de plástico por el material filtro se deberá cumplir que:

D_{85} del filtro > Diámetro de orificios o tamaño de las juntas del tubo.

Para prevenir cambios en la composición granulométrica o segregación, el relleno deberá cumplir un coeficiente de uniformidad $D_{60}/D_{10} < 20$.

Para que el agua alcance fácilmente el dren:

$$\frac{d_{15} \text{ del filtro}}{d_{15} \text{ del suelo}} \geq 5$$

c) Arquetas y registros

En los drenes longitudinales se proyectarán, a intervalos regulares, arquetas o registros que permitan controlar el buen funcionamiento del drenaje y sirvan para evacuar el agua recogida por la tubería del dren, bien a un colector principal, bien a una cuneta, a una vaguada natural o a otros dispositivos de desagüe.

Según la Orden Circular 17/2003 "Recomendaciones para el proyecto y construcción del drenaje subterráneo en obras de carretera" la distancia entre arquetas o pozos de registro no será superior a 50 metros. En el presente proyecto, en base a dichos parámetros, se establecerá arquetas o registros cada 50 metros.

A Coruña, Febrero de 2024

EL INGENIERO AUTOR DEL ANEJO

Fdo: Ignacio Barroso Sánchez

APÉNDICE 1 – CÁLCULOS HIDRÁULICOS DE LAS OBRAS DE DRENAJE TRANSVERSAL

CONTROL DE ENTRADA DE TUBOS

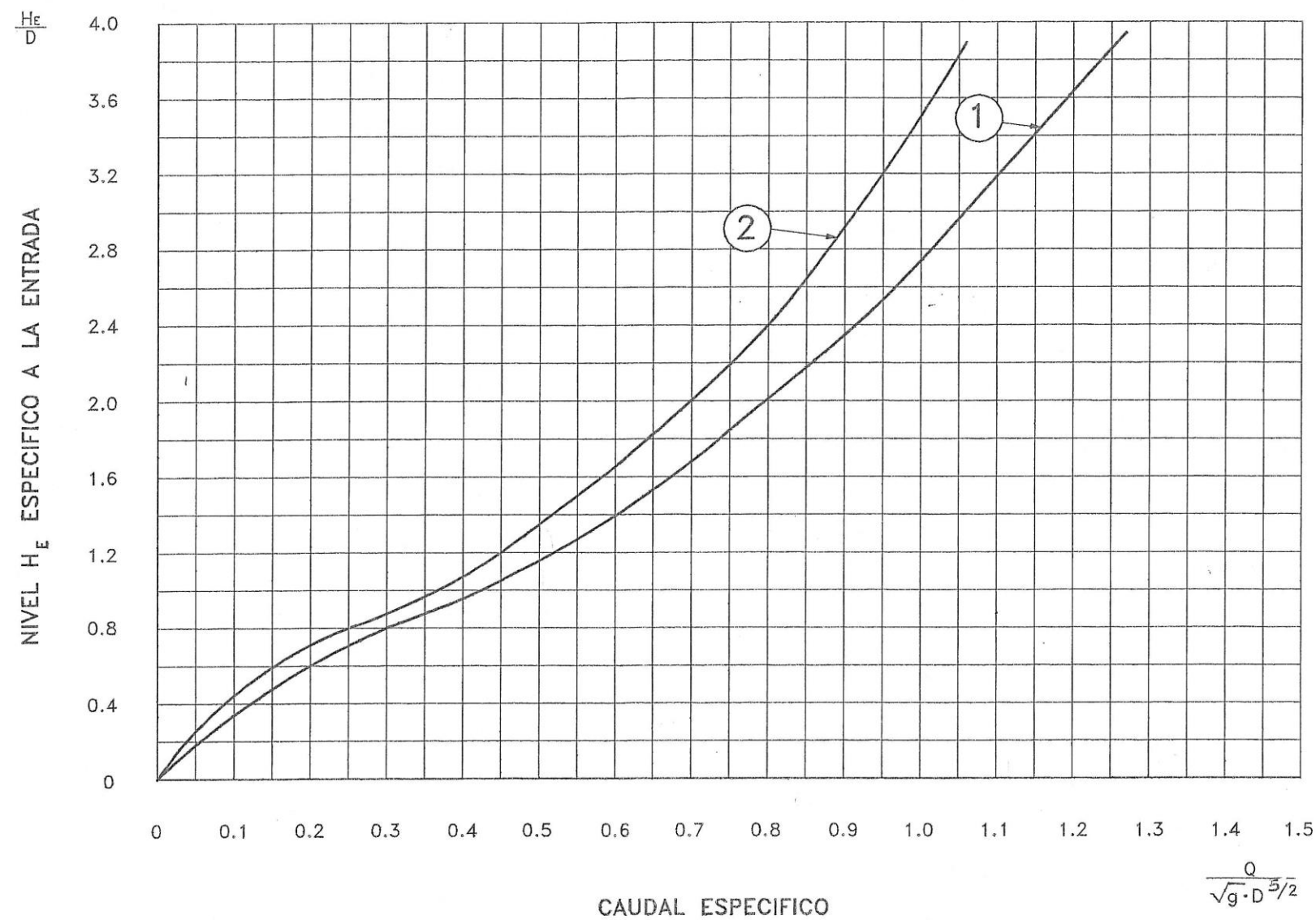


Fig. 5.9

EMBOCADURA

- CURVA ① - CON ALETAS O MURO DE ACOMPAÑAMIENTO
 CURVA ② - EXENTA O ATALUZADA

NOTACION

- H_e = ALTURA DEL AGUA A LA ENTRADA (DESDE LA SOLERA)
 D = DIAMETRO DEL TUBO
 Q = CAUDAL DESAGUADO
 g = ACELERACION DE LA GRAVEDAD

CONTROL DE ENTRADA EN CONDUCTOS RECTANGULARES

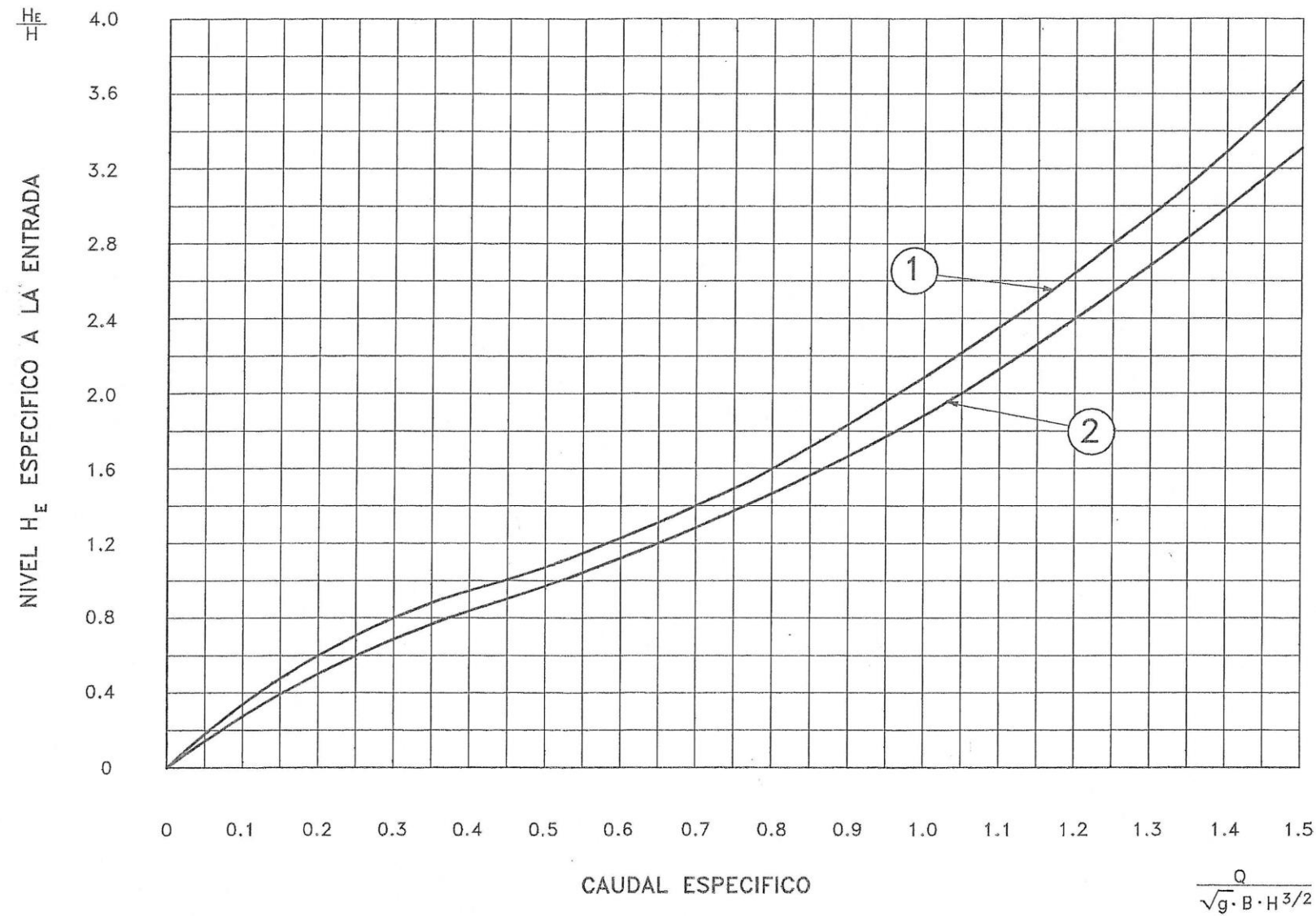


Fig. 5.10

EMBOCADURA

- CURVA ① -CON ALETAS A MENOS DE 30° CON EL EJE DEL CONDUCTO
- CURVA ② -CON MURO DE ACOMPAÑAMIENTO O CON ALETAS A MAS DE 30° CON EL EJE DEL CONDUCTO

NOTACION

- H_g = ALTURA DEL AGUA
 - H = ALTURA DEL CONDUCTO
 - B = ANCHURA DEL CONDUCTO
 - Q = CAUDAL DESAGUADO
 - g = ACELERACION DE LA GRAVEDAD
- } A LA ENTRADA (DESDE LA SOLERA)

REGIMEN CRITICO

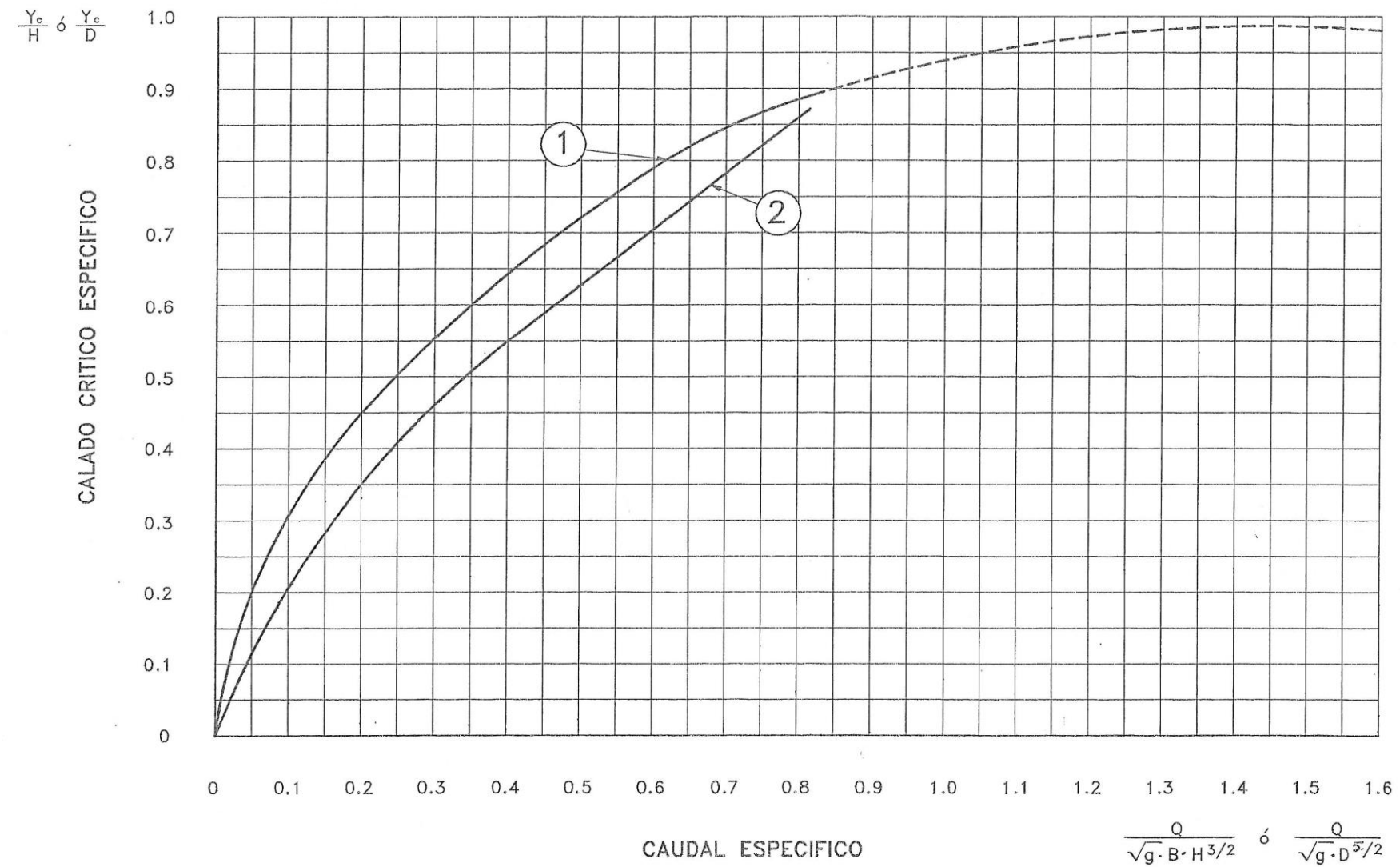


Fig. 5.11

EMBOCADURA

- CURVA ① - TUBOS
 CURVA ② - CONDUCTOS RECTANGULARES

NOTACION

- Q = CAUDAL
 Y_c = CALADO CRITICO
 D = DIAMETRO DEL TUBO
 H = ALTURA DEL CONDUCTO
 B = ANCHURA DEL CONDUCTO
 g = ACELERACION DE LA GRAVEDAD

LIMITE DE LA RAZON LONGITUD/PENDIENTE PARA CONTROL DE ENTRADA EN TUBOS

- CURVA ① TUBO DE HORMIGON CON MURO DE ACOMPAÑAMIENTO O ALETAS
- CURVA ② TUBO METALICO CORRUGADO CON EMBOCADURA EXENTA O ATALUZADA
- CURVA ③ TUBO METALICO CORRUGADO CON MURO DE ACOMPAÑAMIENTO O ALETAS

NOTA: SI EL TUBO METALICO CORRUGADO SE REVISTE CON HORMIGON EN UN 25%
DE SU PERIMETRO SE TOMARA UNA LONGITUD IGUAL AL 75% DE LA REAL

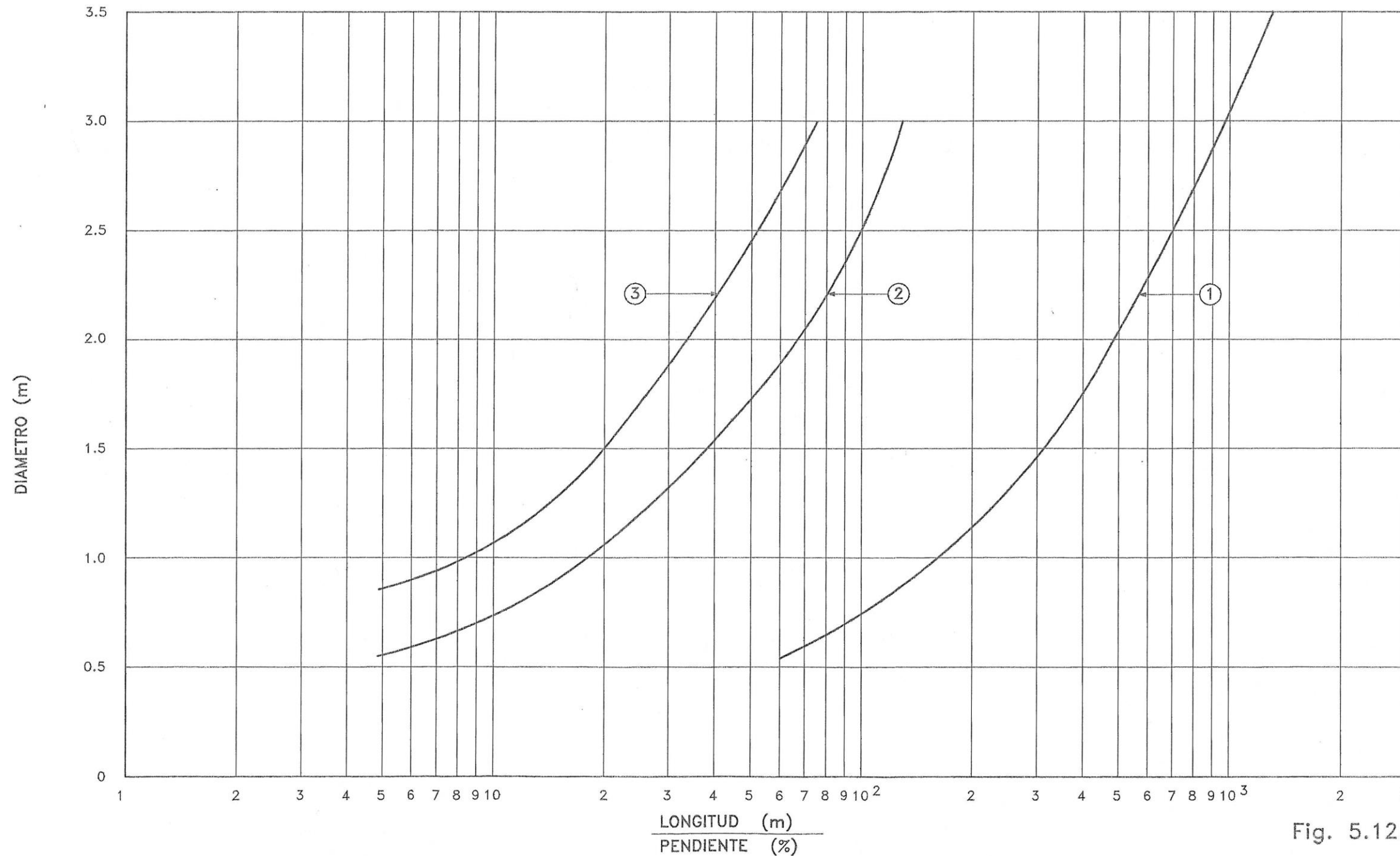


Fig. 5.12.

LIMITE DE LA RAZON LONGITUD/PENDIENTE PARA CONTROL DE ENTRADA EN CONDUCTOS RECTANGULARES CON ALETAS A MENOS DE 30° CON EL EJE DEL CONDUCTO

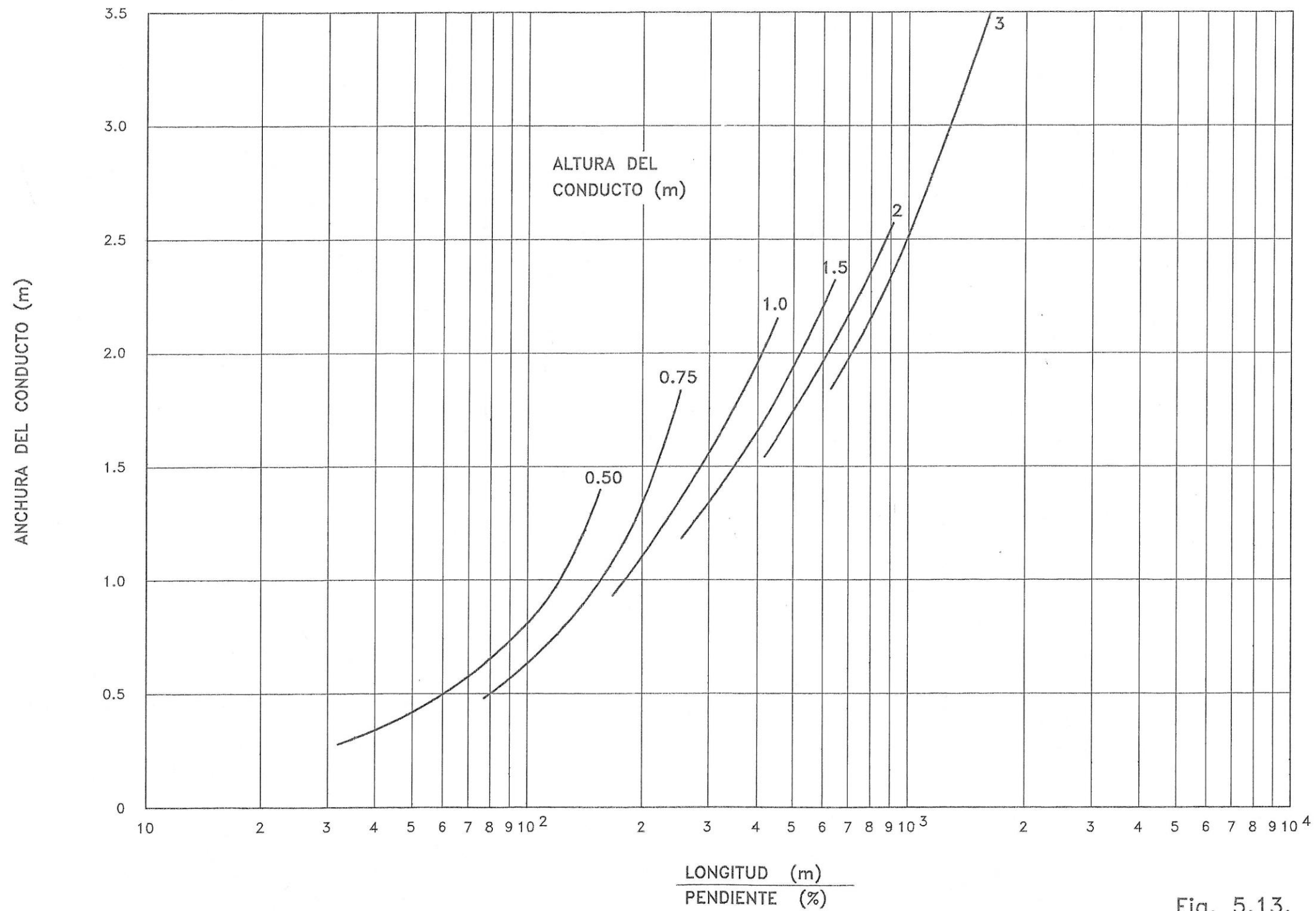


Fig. 5.13.

LIMITE DE LA RAZON LONGITUD/PENDIENTE PARA CONTROL DE ENTRADA
EN CONDUCTOS RECTANGULARES CON MURO DE ACOMPAÑAMIENTO O CON
ALETAS A MAS DE 30° EN EL EJE DEL CONDUCTO

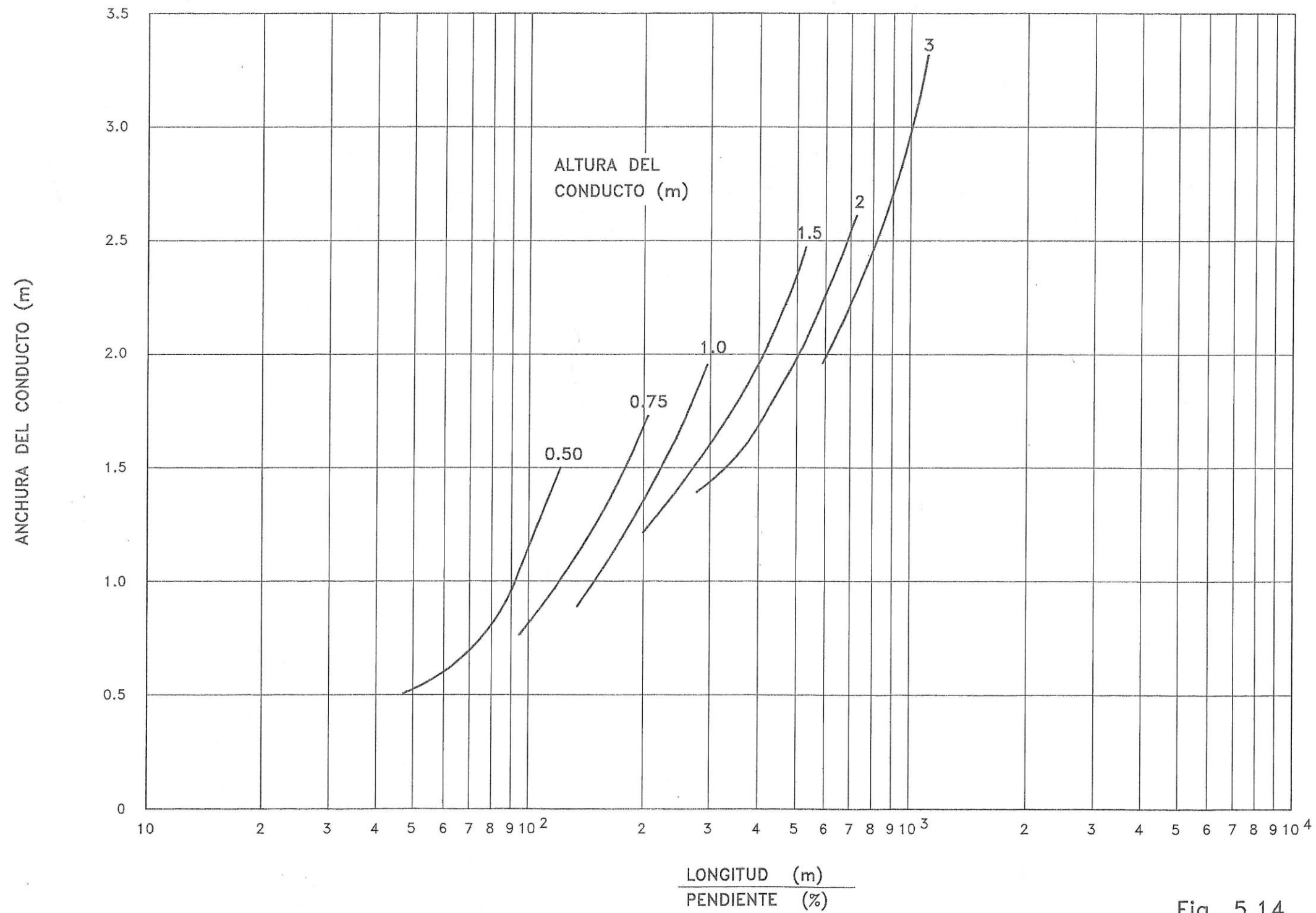


Fig. 5.14.

NIVEL MAXIMO H_e A LA ENTRADA
 PARA CONTROL DE ENTRADA

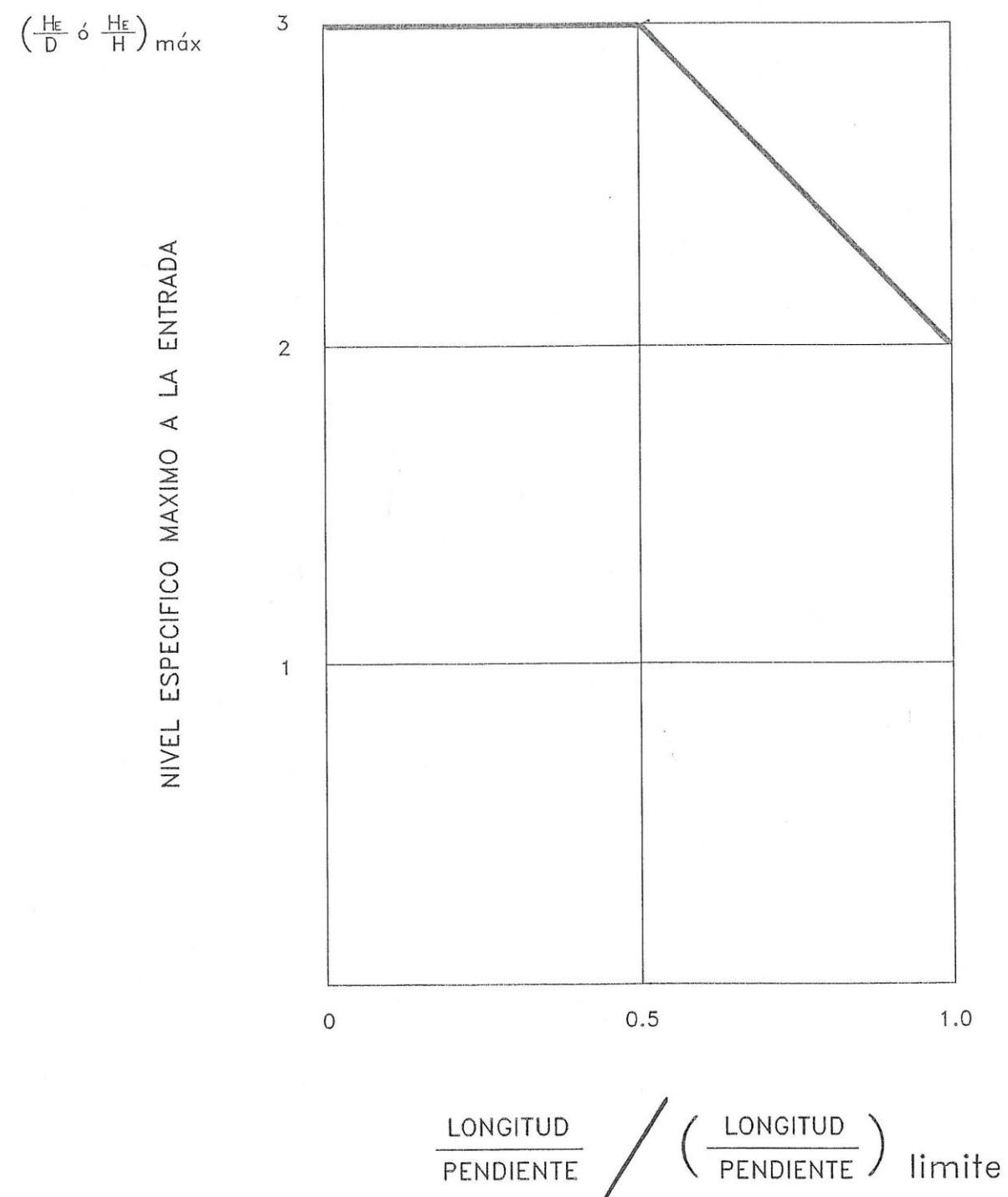
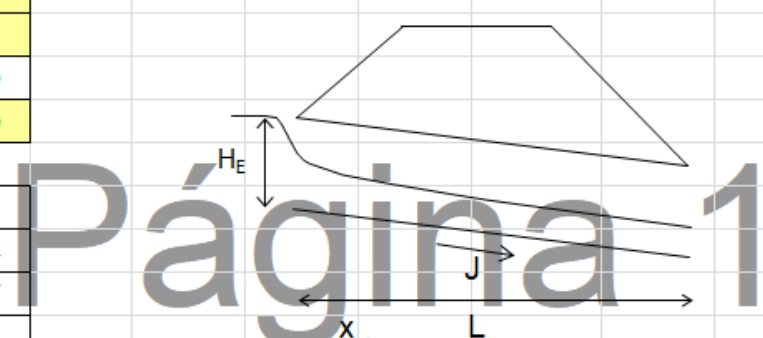


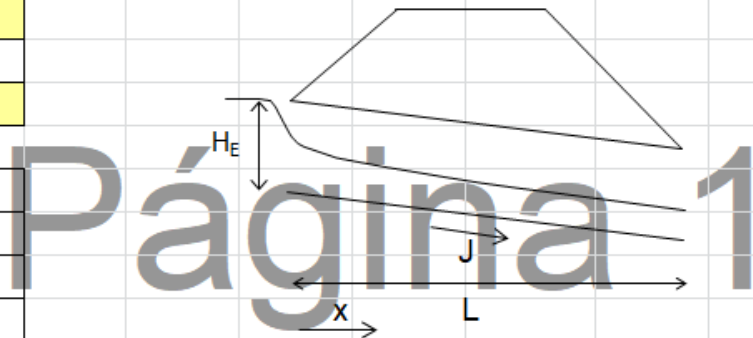
Fig. 5.15

CÁLCULOS HIDRÁULICOS

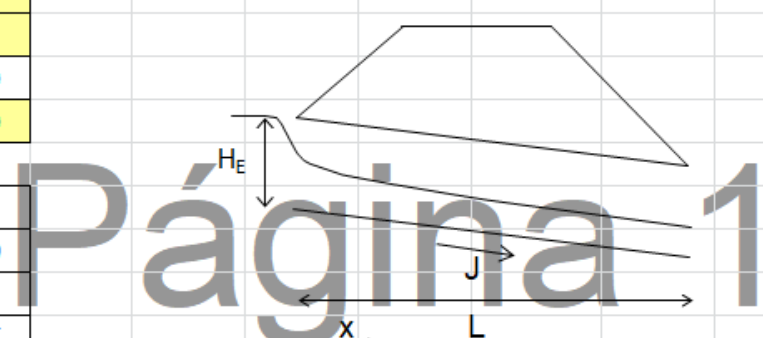
ODT 0.2 RAMAL (T=500 años)											
CAUDAL A DESAGUAR (m ³ /s)		Q _d	1,520			CALCULAR					
CARACTERÍSTICAS O. D.			CAUCE NATURAL				CONDICIONES CONTROL DE ENTRADA				
Sección tipo	TUBO		Ancho	6	H/V izq	0,01	H/V der	0,01	CONDUCTO RECTO	SI	
Diámetro (m)	D	1,80	Pdte	1,30%	n	0,035			SECCIÓN CONSTANTE	SI	
Pendiente (%)	So	0,75%	Daños previsibles		BAJOS				L / S < (L / S) _{lim.}	SI	
Longitud (m)	L	15,50	Superficie cuenca (km ²)		0,115				H _E < H _E máx.	SI	
Rugosidad Manning	n	0,014									
Coefficiente de pérdidas a la entrada	K _e	0,50									
Número de elementos		1									
Caudal Obra (m ³ /s)	Q	1,520									
Rehundido a la entrada (m)		2,970									
RÉGIMEN UNIFORME			CURVA DE REMANSO								
Calado (m)	y _n	0,494	x (m)	y (m)	v (m/s)	F	CONTROL DE ENTRADA				
Área (m ²)	A	0,567	0,00	0,60	2,06	1,00	VALORES A LA ENTRADA				
Perímetro mojado (m)	P	1,984	1,55	0,56	2,26	1,13	Elevación a la entrada H _E (m)			0,922	
Velocidad (m/s)	v	2,682	3,10	0,55	2,33	1,18	H _E < 1,2 · D			SI	
Energía específica (m)	E	0,860	4,65	0,54	2,37	1,22	ENTRADA NO SUMERGIDA				
Nº de Froude	F	1,442	6,20	0,53	2,41	1,24	Calado en cauce a la entrada (m)			0,222	
Tipo de régimen	RÁPIDO		7,75	0,53	2,44	1,27	Sobreelevación (m)			--	
RÉGIMEN CRÍTICO			9,30	0,52	2,47	1,29	Superficie de inundación (ha)			0,000	
Calado (m)	y _c	0,596	10,85	0,52	2,49	1,30	SOBREELEVACIÓN VÁLIDA				
Área (m ²)	A	0,736	12,40	0,52	2,51	1,32	0,3 < v < 6 m/s			SI	
Perímetro mojado (m)	P	2,208	13,95	0,51	2,53	1,33	0,5% < So <= 7%			SI	
Pendiente (m/m)	S _c	0,36%	15,50	0,51	2,54	1,34	EROSIÓN LOCALIZADA				
Velocidad (m/s)	v	2,065								δ/H ó δ/Diam.	0,167
Energía específica (m)	E	0,814								Nivel del agua en el cauce a la salida	ALTO
CAUDAL A SECCIÓN LLENA (m ³ /s)		9,244								e	1,582
										Profundidad mínima rastrillo (m)	0,396



ODT 0.2 CAMINO (T=500 años)											
CAUDAL A DESAGUAR (m ³ /s)		Q _d	1,240	Caudal en drenaje vías de servicio		CALCULAR					
CARACTERÍSTICAS O. D.			CAUCE NATURAL				CONDICIONES CONTROL DE ENTRADA				
Sección tipo	TUBO		Ancho	1,2	H/V izq	1	H/V der	1	CONDUCTO RECTO	Sí	
Diámetro (m)	D	1,20	Pdte	0,75%	n	0,018			SECCIÓN CONSTANTE	Sí	
Pendiente (%)	So	0,75%	Daños previsibles		BAJOS				L / S < (L / S) _{lim.}	Sí	
Longitud (m)	L	6,00	Superficie cuenca (km ²)		0,115				H _E < H _E máx.	Sí	
Rugosidad Manning	n	0,014							So >= Sc	Sí	
Coefficiente de pérdidas a la entrada	K _e	0,50							Calado SIN RESTRICCIONES a la salida	Sí	
Número de elementos		1							CONTROL DE ENTRADA		
Caudal Obra (m ³ /s)	Q	1,240							VALORES A LA ENTRADA		
Rehundido a la entrada (m)		2,040							Elevación a la entrada H _E (m)	0,964	
RÉGIMEN UNIFORME									H _E < 1,2 · D	Sí	
Calado (m)	y _n	0,524							ENTRADA NO SUMERGIDA		
Área (m ²)	A	0,475							Calado en cauce a la entrada (m)	0,389	
Perímetro mojado (m)	P	1,734							Sobreelevación (m)	--	
Velocidad (m/s)	v	2,610							Superficie de inundación (ha)	0,000	
Energía específica (m)	E	0,872							SOBREELEVACIÓN VÁLIDA		
Nº de Froude	F	1,319							0,3 < v < 6 m/s	Sí	
Tipo de régimen	RÁPIDO								0,5% < So <= 7%	Sí	
RÉGIMEN CRÍTICO									EROSIÓN LOCALIZADA		
Calado (m)	y _c	0,606							δ/H ó δ/Diam.	0,339	
Área (m ²)	A	0,573							Nivel del agua en el cauce a la salida	ALTO	
Perímetro mojado (m)	P	1,897							e	1,429	
Pendiente (m/m)	S _c	0,45%							Profundidad mínima rastrillo (m)	0,357	
Velocidad (m/s)	v	2,164									
Energía específica (m)	E	0,845									
CAUDAL A SECCIÓN LLENA (m ³ /s)		3,135									

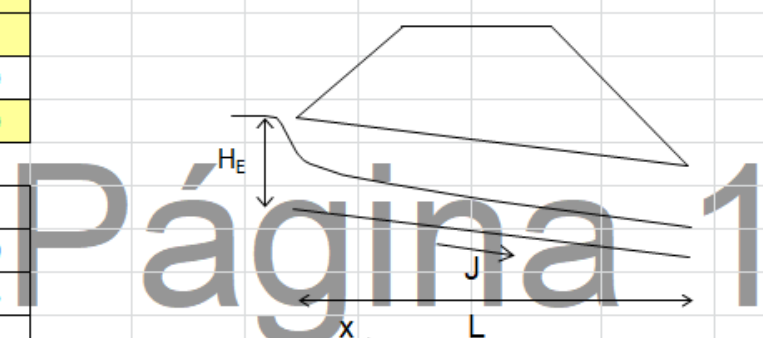


ODT 0.6 (T=500 años)											
CAUDAL A DESAGUAR (m ³ /s)		Q _d	1,060			CALCULAR					
CARACTERÍSTICAS O. D.			CAUCE NATURAL				CONDICIONES CONTROL DE ENTRADA				
Sección tipo	TUBO		Ancho	5	H/V izq	2	H/V der	2	CONDUCTO RECTO	Si	
Diámetro (m)	D	1,80	Pdte	1,30%	n	0,035			SECCIÓN CONSTANTE	Si	
Pendiente (%)	So	1,30%	Daños previsibles		BAJOS				L / S < (L / S) _{lim.}	Si	
Longitud (m)	L	15,50	Superficie cuenca (km ²)		0,072				H _E < H _E máx.	Si	
Rugosidad Manning	n	0,014							So >= Sc	Si	
Coefficiente de pérdidas a la entrada	K _e	0,50							Calado SIN RESTRICCIONES a la salida	Si	
Número de elementos		1							CONTROL DE ENTRADA		
Caudal Obra (m ³ /s)	Q	1,060							VALORES A LA ENTRADA		
Rehundido a la entrada (m)		2,380							Elevación a la entrada H _E (m)	0,761	
RÉGIMEN UNIFORME									H _E < 1,2 · D	Si	
Calado (m)	y _n	0,359							ENTRADA NO SUMERGIDA		
Área (m ²)	A	0,361							Calado en cauce a la entrada (m)	0,192	
Perímetro mojado (m)	P	1,667							Sobreelevación (m)	--	
Velocidad (m/s)	v	2,937							Superficie de inundación (ha)	0,000	
Energía específica (m)	E	0,799							SOBREELEVACIÓN VÁLIDA		
Nº de Froude	F	1,872							0,3 < v < 6 m/s	Si	
Tipo de régimen	RÁPIDO								0,5% < So <= 7%	Si	
RÉGIMEN CRÍTICO									EROSIÓN LOCALIZADA		
Calado (m)	y _c	0,495							δ/H ó δ/Diam.	0,117	
Área (m ²)	A	0,569							Nivel del agua en el cauce a la salida	ALTO	
Perímetro mojado (m)	P	1,987							e	1,382	
Pendiente (m/m)	S _c	0,36%							Profundidad mínima rastrillo (m)	0,346	
Velocidad (m/s)	v	1,863									
Energía específica (m)	E	0,672									
CAUDAL A SECCIÓN LLENA (m ³ /s)		12,170									



ODT 1.4 (T=500 años)												
CAUDAL A DESAGUAR (m ³ /s)		Q _d	1,840		CALCULAR							
CARACTERÍSTICAS O. D.			CAUCE NATURAL				CONDICIONES CONTROL DE ENTRADA					
Sección tipo	TUBO		Ancho	7,85	H/V izq	2	H/V der	2	CONDUCTO RECTO	Sí		
Diámetro (m)	D	1,80	Pdte	4,00%	n	0,035			SECCIÓN CONSTANTE	Sí		
Pendiente (%)	So	2,00%	Daños previsibles		BAJOS				L / S < (L / S) _{lim.}	Sí		
Longitud (m)	L	23,50	Superficie cuenca (km ²)		0,078				H _E < H _E máx.	Sí		
Rugosidad Manning	n	0,014							So >= Sc	Sí		
Coefficiente de pérdidas a la entrada	K _e	0,50							Calado SIN RESTRICCIONES a la salida	Sí		
Número de elementos		1							CONTROL DE ENTRADA			
Caudal Obra (m ³ /s)	Q	1,840							VALORES A LA ENTRADA			
Rehundido a la entrada (m)		1,050							Elevación a la entrada H _E (m)	1,023		
RÉGIMEN UNIFORME									H _E < 1,2 · D	Sí		
Calado (m)	y _n	0,424					ENTRADA NO SUMERGIDA					
Área (m ²)	A	0,458					CURVA DE REMANSO					
Perímetro mojado (m)	P	1,825					x (m)	y (m)	v (m/s)	F	Calado en cauce a la entrada (m)	0,146
Velocidad (m/s)	v	4,018					0,00	0,66	2,18	1,00	Sobreelevación (m)	--
Energía específica (m)	E	1,247					2,35	0,56	2,70	1,35	Superficie de inundación (ha)	0,000
Nº de Froude	F	2,344	4,70	0,53	2,91	1,50	SOBREELEVACIÓN VÁLIDA					
Tipo de régimen	RÁPIDO		7,05	0,52	3,06	1,60	0,3 < v < 6 m/s	Sí				
RÉGIMEN CRÍTICO			9,40	0,50	3,18	1,69	0,5% < So <= 7%	Sí				
Calado (m)	y _c	0,658	11,75	0,49	3,27	1,77	EROSIÓN LOCALIZADA					
Área (m ²)	A	0,843	14,10	0,48	3,36	1,83	δ/H ó δ/Diam.	0,203				
Perímetro mojado (m)	P	2,338	16,45	0,47	3,43	1,88	Nivel del agua en el cauce a la salida	ALTO				
Pendiente (m/m)	S _c	0,36%	18,80	0,47	3,49	1,93	e	1,700				
Velocidad (m/s)	v	2,184	21,15	0,46	3,55	1,97	Profundidad mínima rastrillo (m)	0,425				
Energía específica (m)	E	0,901	23,50	0,46	3,60	2,01						
CAUDAL A SECCIÓN LLENA (m ³ /s)	15,095											

ODT 1.4.1 (T=500 años)											
CAUDAL A DESAGUAR (m ³ /s)		Q _d	2,980			CALCULAR					
CARACTERÍSTICAS O. D.			CAUCE NATURAL				CONDICIONES CONTROL DE ENTRADA				
Sección tipo	MARCO		Ancho	2	H/V izq	0,01	H/V der	0,01	CONDUCTO RECTO	Si	
Anchura (m)	B	2,00	Pdte	6,75%	n	0,018			SECCIÓN CONSTANTE	Si	
Altura (m)	H	2,00	Daños previsibles		MEDIOS				L / S < (L / S) _{lim.}	Si	
Pendiente (%)	So	1,50%	Superficie cuenca (km ²)		0,147				H _E < H _E máx.	Si	
Longitud (m)	L	24,02								So >= Sc	Si
Rugosidad Manning	n	0,018								Calado SIN RESTRICCIONES a la salida	Si
Coefficiente de pérdidas a la entrada	K _e	0,50								CONTROL DE ENTRADA	
Número de elementos		1								VALORES A LA ENTRADA	
Caudal Obra (m ³ /s)	Q	2,980								Elevación a la entrada H _E (m)	1,066
Rehundido a la entrada (m)		6,500								H _E < 1,2 · D	Si
RÉGIMEN UNIFORME										ENTRADA NO SUMERGIDA	
Calado (m)	y _n	0,469								Calado en cauce a la entrada (m)	0,282
Área (m ²)	A	0,938								Sobreelevación (m)	--
Perímetro mojado (m)	P	2,938								Superficie de inundación (ha)	0,000
Velocidad (m/s)	v	3,178								SOBREELEVACIÓN VÁLIDA	
Energía específica (m)	E	0,984								0,3 < v < 6 m/s	Si
Nº de Froude	F	1,482								0,5% < So <= 7%	Si
Tipo de régimen	RÁPIDO									EROSIÓN LOCALIZADA	
RÉGIMEN CRÍTICO										δ/H ó δ/Diam.	0,235
Calado (m)	y _c	0,609								Nivel del agua en el cauce a la salida	MEDIO
Área (m ²)	A	1,219								e	2,203
Perímetro mojado (m)	P	3,219								Profundidad mínima rastrillo (m)	1,542
Pendiente (m/m)	S _c	0,71%								También solera de hormigón o escollera	
Velocidad (m/s)	v	2,445									
Energía específica (m)	E	0,914									
CAUDAL A SECCIÓN LLENA (m ³ /s)		20,770									



APÉNDICE 2 – CÁLCULOS HIDRÁULICOS CUNETONES

Cunetón 1.4.1 Pte. 6.75%

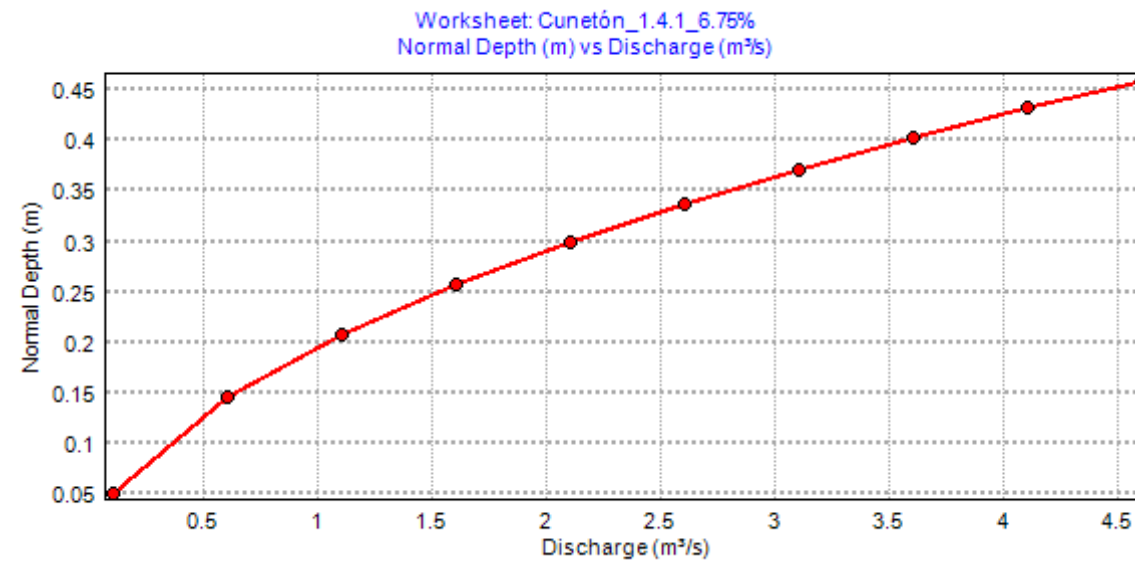
Project Description

Friction Method Manning Formula
 Solve For Normal Depth

Input Data

Roughness Coefficient 0.018
 Channel Slope 6.75000 %
 Left Side Slope 1.00 m/m (H:V)
 Right Side Slope 1.50 m/m (H:V)
 Bottom Width 1.00 m
 Discharge 2.98 m³/s

Rating Curve Plot



Cross Section for Cunetón_1.4.1_6.75%

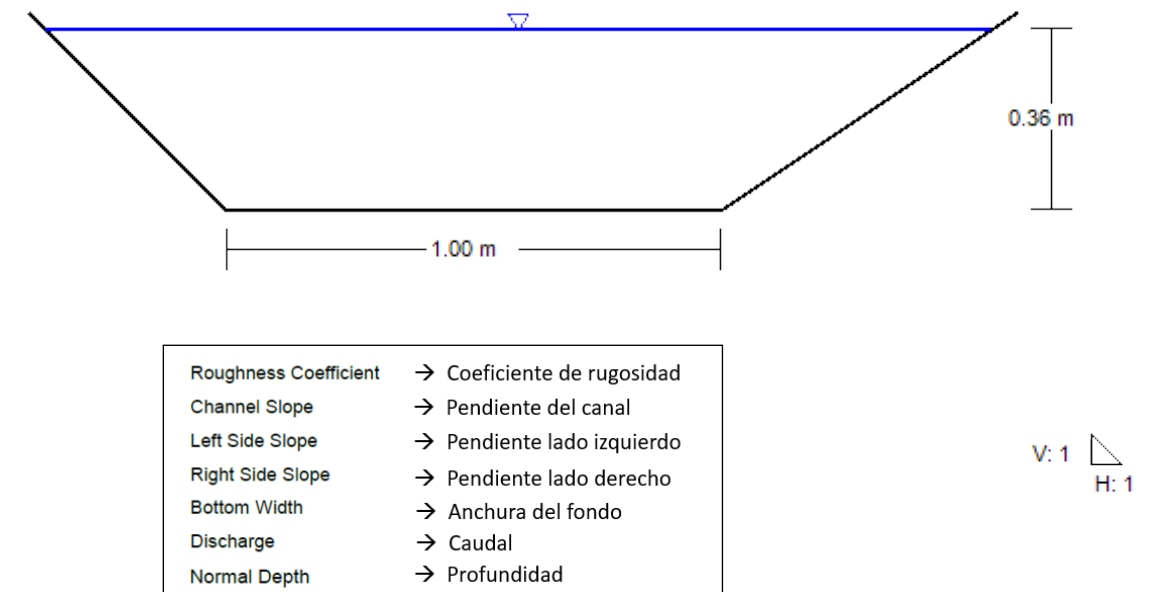
Project Description

Friction Method Manning Formula
 Solve For Normal Depth

Input Data

Roughness Coefficient 0.018
 Channel Slope 6.75000 %
 Normal Depth 0.36 m
 Left Side Slope 1.00 m/m (H:V)
 Right Side Slope 1.50 m/m (H:V)
 Bottom Width 1.00 m
 Discharge 2.98 m³/s

Cross Section Image



Cunetón_1.4.1 Pte: 6.75%

Project Description

Friction Method Manning Formula
Solve For Normal Depth

Input Data

Roughness Coefficient 0.018
Channel Slope 6.75000 %
Left Side Slope 1.00 m/m (H:V)
Right Side Slope 1.50 m/m (H:V)
Bottom Width 1.00 m
Discharge 2.98 m³/s

Discharge (m³/s)	Normal Depth (m)	Velocity (m/s)	Flow Area (m²)	Wetted Perimeter (m)	Top Width (m)
0.00					
0.50	0.13	3.27	0.15	1.42	1.33
1.00	0.20	4.08	0.25	1.63	1.49
1.50	0.25	4.61	0.33	1.80	1.62
2.00	0.29	5.03	0.40	1.94	1.73
2.50	0.33	5.36	0.47	2.06	1.83
3.00	0.37	5.64	0.53	2.17	1.91
3.50	0.40	5.89	0.59	2.28	1.99
4.00	0.43	6.12	0.65	2.37	2.07
4.50	0.45	6.32	0.71	2.46	2.14
5.00	0.48	6.50	0.77	2.55	2.20
5.50	0.51	6.67	0.82	2.63	2.26

Cunetón_1.4.1 Pte: 6.75%

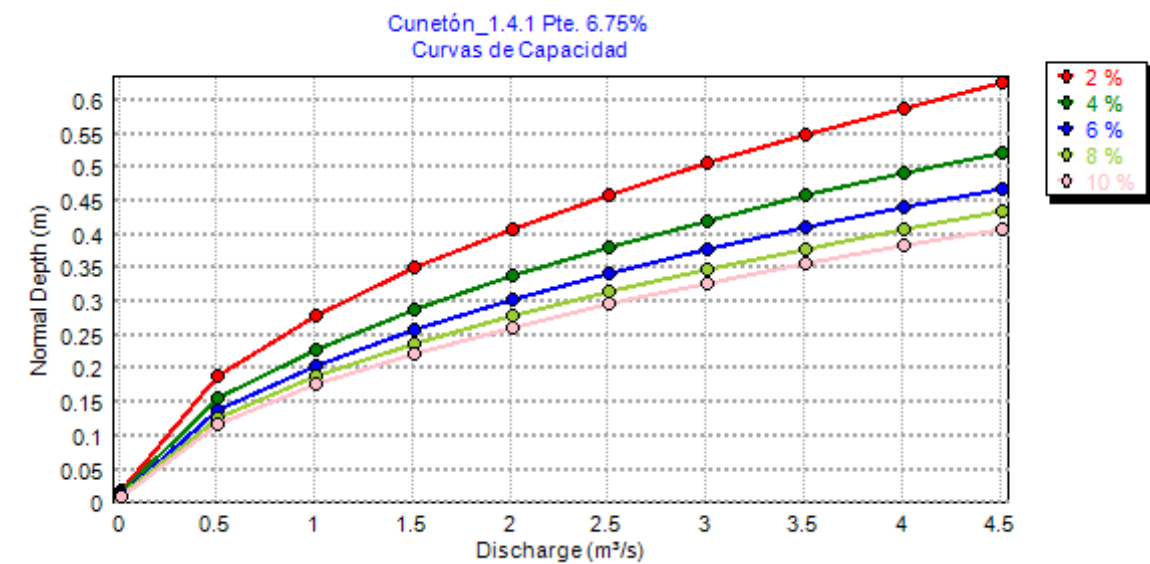
Project Description

Friction Method Manning Formula
Solve For Normal Depth

Input Data

Roughness Coefficient 0.018
Channel Slope 6.75000 %
Left Side Slope 1.00 m/m (H:V)
Right Side Slope 1.50 m/m (H:V)
Bottom Width 1.00 m
Discharge 2.98 m³/s

Rating Curve Plot



Cunetón 1.4.1 Pte: 0.5%

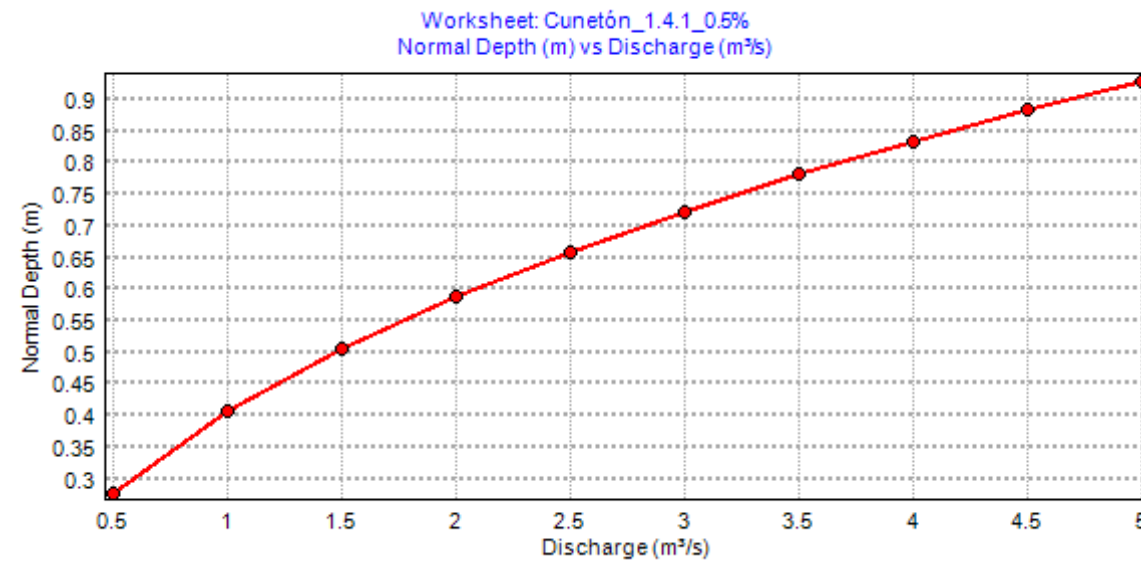
Project Description

Friction Method Manning Formula
 Solve For Normal Depth

Input Data

Roughness Coefficient 0.018
 Channel Slope 0.50000 %
 Left Side Slope 1.00 m/m (H:V)
 Right Side Slope 1.50 m/m (H:V)
 Bottom Width 1.00 m
 Discharge 2.98 m³/s

Rating Curve Plot



Cunetón 1.4.1 Pte: 0.5%

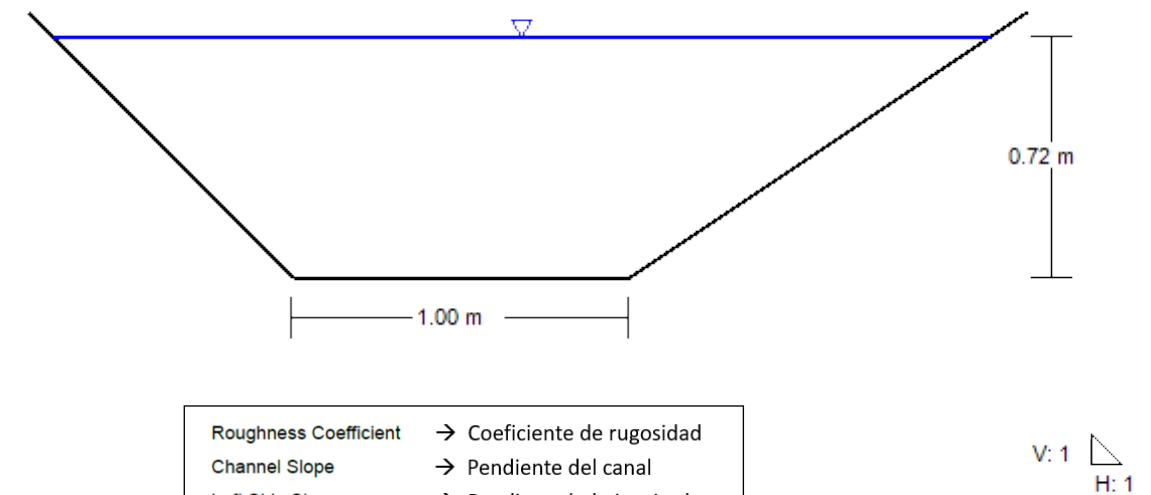
Project Description

Friction Method Manning Formula
 Solve For Normal Depth

Input Data

Roughness Coefficient 0.018
 Channel Slope 0.50000 %
 Normal Depth 0.72 m
 Left Side Slope 1.00 m/m (H:V)
 Right Side Slope 1.50 m/m (H:V)
 Bottom Width 1.00 m
 Discharge 2.98 m³/s

Cross Section Image



Roughness Coefficient	→ Coeficiente de rugosidad
Channel Slope	→ Pendiente del canal
Left Side Slope	→ Pendiente lado izquierdo
Right Side Slope	→ Pendiente lado derecho
Bottom Width	→ Anchura del fondo
Discharge	→ Caudal
Normal Depth	→ Profundidad

Cunetón 1.4.1 Pte: 0.5%

Project Description

Friction Method Manning Formula
Solve For Normal Depth

Input Data

Roughness Coefficient 0.018
Channel Slope 0.50000 %
Left Side Slope 1.00 m/m (H:V)
Right Side Slope 1.50 m/m (H:V)
Bottom Width 1.00 m
Discharge 2.98 m³/s

Discharge (m ³ /s)	Normal Depth (m)	Velocity (m/s)	Flow Area (m ²)	Wetted Perimeter (m)	Top Width (m)
0.00					
0.50	0.28	1.33	0.37	1.89	1.70
1.00	0.41	1.63	0.62	2.31	2.02
1.50	0.51	1.82	0.83	2.63	2.26
2.00	0.59	1.96	1.02	2.89	2.47
2.50	0.66	2.08	1.20	3.12	2.65
3.00	0.72	2.18	1.38	3.32	2.81
3.50	0.78	2.27	1.54	3.51	2.95
4.00	0.83	2.35	1.70	3.68	3.08
4.50	0.88	2.42	1.86	3.84	3.21
5.00	0.93	2.49	2.01	3.99	3.32
5.50	0.97	2.55	2.16	4.13	3.43

Cunetón 1.4.1 Pte: 0.5%

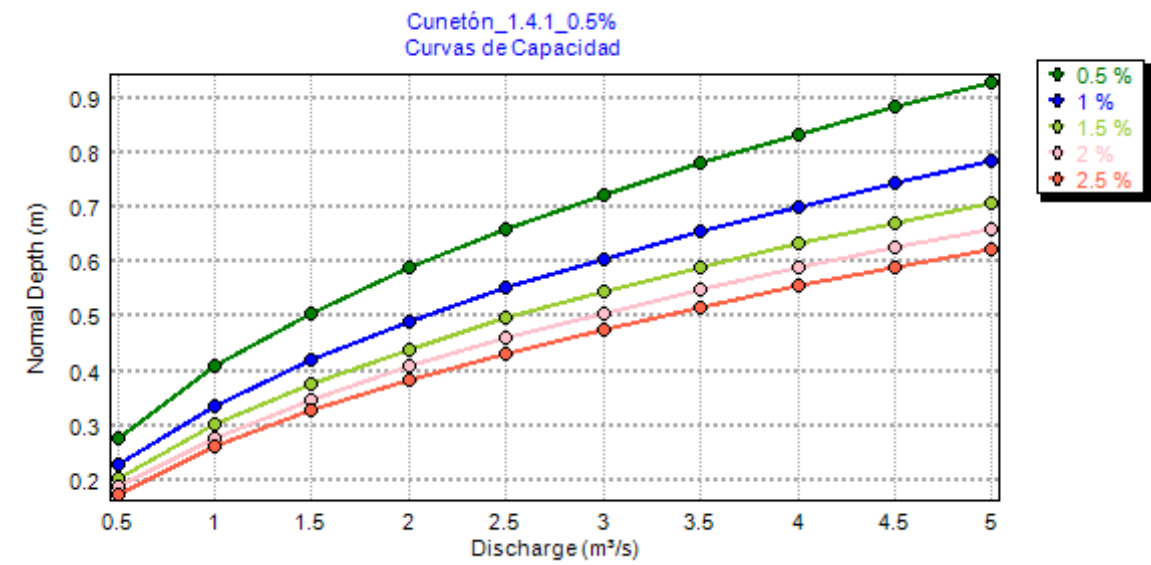
Project Description

Friction Method Manning Formula
Solve For Normal Depth

Input Data

Roughness Coefficient 0.018
Channel Slope 0.50000 %
Left Side Slope 1.00 m/m (H:V)
Right Side Slope 1.50 m/m (H:V)
Bottom Width 1.00 m
Discharge 2.98 m³/s

Rating Curve Plot



Cunetón 1.4.1 Pte: 4.80%

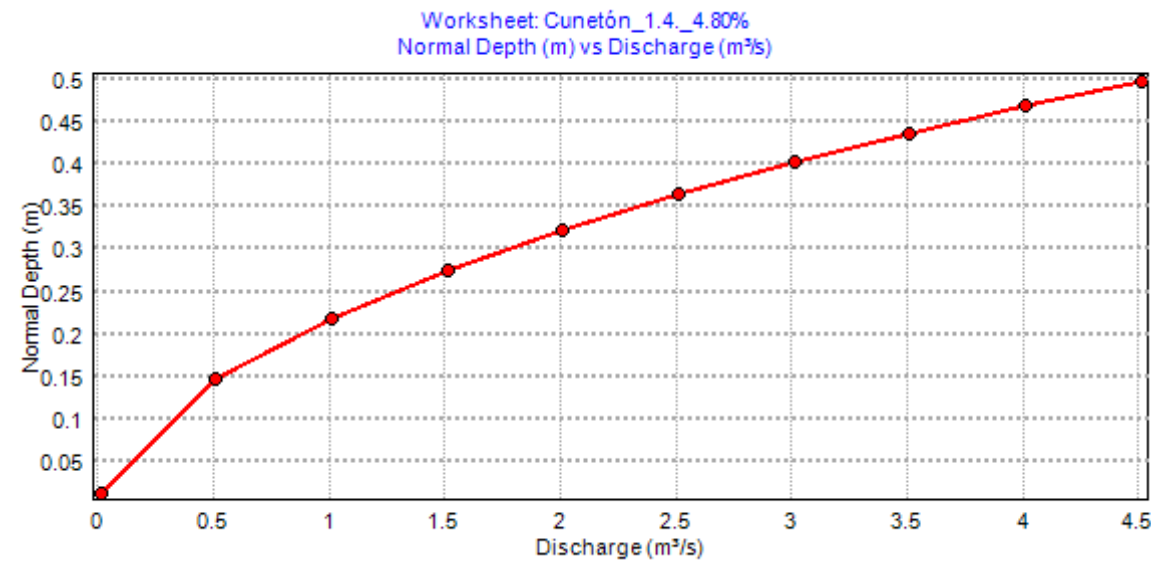
Project Description

Friction Method Manning Formula
 Solve For Normal Depth

Input Data

Roughness Coefficient 0.018
 Channel Slope 4.80000 %
 Left Side Slope 1.00 m/m (H:V)
 Right Side Slope 1.50 m/m (H:V)
 Bottom Width 1.00 m
 Discharge 2.98 m³/s

Rating Curve Plot



Cunetón 1.4.1 Pte: 4.80%

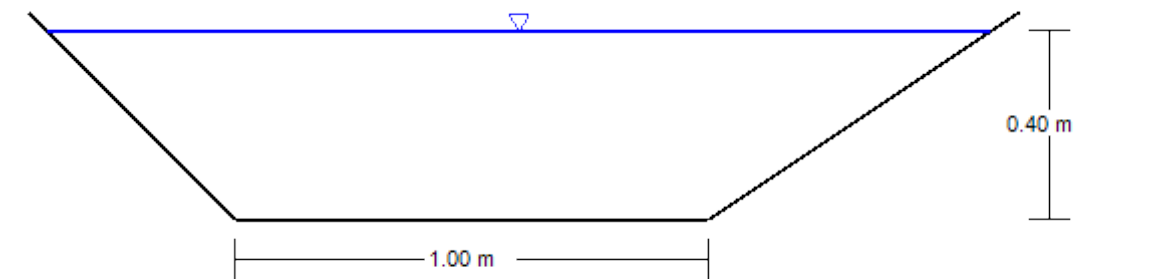
Project Description

Friction Method Manning Formula
 Solve For Normal Depth

Input Data

Roughness Coefficient 0.018
 Channel Slope 4.80000 %
 Normal Depth 0.40 m
 Left Side Slope 1.00 m/m (H:V)
 Right Side Slope 1.50 m/m (H:V)
 Bottom Width 1.00 m
 Discharge 2.98 m³/s

Cross Section Image



Roughness Coefficient	→ Coeficiente de rugosidad
Channel Slope	→ Pendiente del canal
Left Side Slope	→ Pendiente lado izquierdo
Right Side Slope	→ Pendiente lado derecho
Bottom Width	→ Anchura del fondo
Discharge	→ Caudal
Normal Depth	→ Profundidad

V: 1
 H: 1

Cunetón 1.4.1 Pte: 4.80%

Project Description

Friction Method Manning Formula
Solve For Normal Depth

Input Data

Roughness Coefficient 0.018
Channel Slope 4.80000 %
Left Side Slope 1.00 m/m (H:V)
Right Side Slope 1.50 m/m (H:V)
Bottom Width 1.00 m
Discharge 2.98 m³/s

Discharge (m³/s)	Normal Depth (m)	Velocity (m/s)	Flow Area (m²)	Wetted Perimeter (m)	Top Width (m)
0.00					
0.50	0.15	2.91	0.17	1.47	1.36
1.00	0.22	3.62	0.28	1.70	1.54
1.50	0.27	4.09	0.37	1.88	1.68
2.00	0.32	4.45	0.45	2.03	1.80
2.50	0.36	4.74	0.53	2.17	1.91
3.00	0.40	4.99	0.60	2.29	2.00
3.50	0.44	5.21	0.67	2.40	2.09
4.00	0.47	5.40	0.74	2.50	2.17
4.50	0.50	5.58	0.81	2.60	2.24
5.00	0.53	5.74	0.87	2.69	2.31
5.50	0.55	5.89	0.93	2.78	2.38

Cunetón 1.4.1 Pte: 4.80%

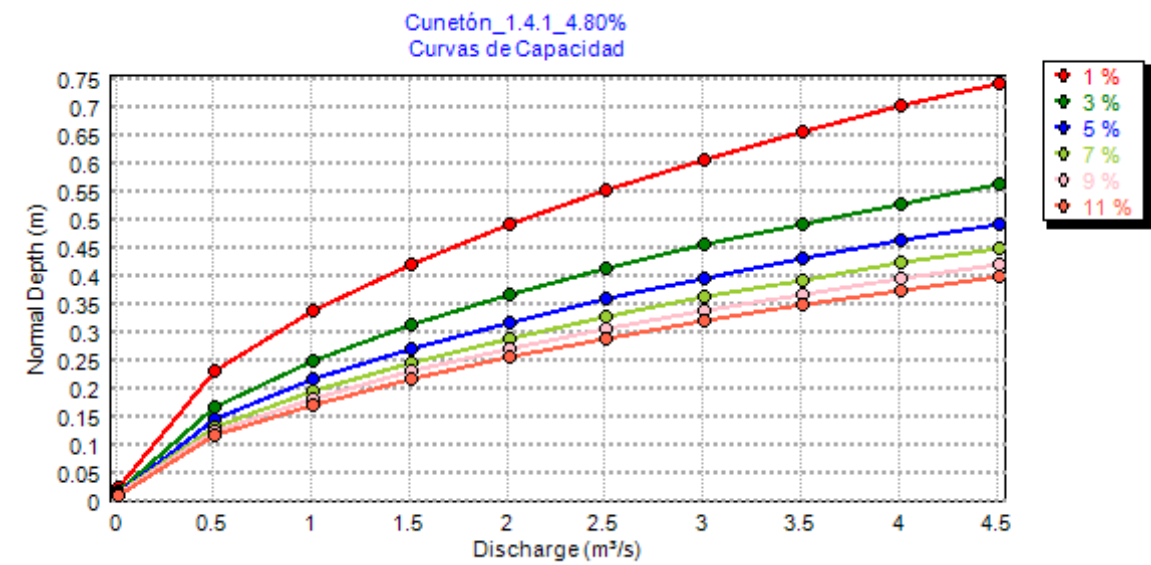
Project Description

Friction Method Manning Formula
Solve For Normal Depth

Input Data

Roughness Coefficient 0.018
Channel Slope 4.80000 %
Left Side Slope 1.00 m/m (H:V)
Right Side Slope 1.50 m/m (H:V)
Bottom Width 1.00 m
Discharge 2.98 m³/s

Rating Curve Plot



APÉNDICE 3 – CAUDALES DE CÁLCULO DE DRENAJE TRANSVERSAL DE VÍAS DE SERVICIO Y CAMINOS

T (Años)		500																
CUENCA	AREA (Km ²)	Tc (h)	Pd 500 (mm/d)	ld	l _r /ld	Ka	Fa	Fb	Fint	lt (mm/h)	bm	Ft 500	Coef Po 500 (bPM)	Po inic (mm)	Po (mm)	C	Kt	Q (m3/seg)
0.2	0,115	0,44	193,00	8,042	8	1	12,108	-	12,108	97,371	0,9	1,59	1,431	31	44,361	0,389	1,02	1,24
0.6	0,072	0,43	193,00	8,042	8	1	12,244	-	12,244	98,460	0,9	1,59	1,431	27	38,637	0,437	1,02	0,88
1.4	0,078	0,30	193,00	8,042	8	1	14,525	-	14,525	116,808	0,9	1,59	1,431	15	21,465	0,640	1,02	1,64
1.4.1	0,147	0,35	193,00	8,042	8	1	13,511	-	13,511	108,648	0,9	1,59	1,431	18	25,758	0,579	1,02	2,62

APÉNDICE 4 – CAPACIDAD DE LAS CUNETAS EN FUNCIÓN DE LA PENDIENTE

Pendiente j (m/m)	Pendiente j (%)	CL		CR-1		CR2	
		Qch (m3/s)	V (m/s)	Qch (m3/s)	V (m/s)	Qch (m3/s)	V (m/s)
0,0035	0,35	0,1983	0,881	0,4650	1,240	0,0960	0,800
0,0050	0,50	0,2371	1,054	0,5558	1,482	0,1147	0,956
0,0100	1,00	0,3352	1,490	0,7861	2,096	0,1622	1,352
0,0150	1,50	0,4106	1,825	0,9627	2,567	0,1986	1,655
0,0200	2,00	0,4741	2,107	1,1117	2,964	0,2294	1,911
0,0250	2,50	0,5301	2,356	1,2429	3,314	0,2564	2,137
0,0300	3,00	0,5807	2,581	1,3615	3,631	0,2809	2,341
0,0350	3,50	0,6272	2,787	1,4706	3,922	0,3034	2,529
0,0400	4,00	0,6705	2,980	1,5721	4,192	0,3244	2,703
0,0450	4,50	0,7112	3,161	1,6675	4,447	0,3441	2,867
0,0500	5,00	0,7496	3,332	1,7577	4,687	0,3627	3,022
0,0550	5,50	0,7862	3,494	1,8435	4,916	0,3804	3,170
0,0600	6,00	0,8212	3,650	1,9255	5,135	0,3973	3,311
0,0650	6,50	0,8547	3,799	2,0041	5,344	0,4135	3,446
0,0700	7,00	0,8870	3,942	2,0797	5,546	0,4291	3,576
0,0750	7,50	0,9181	4,080	2,1527	5,741	0,4442	3,702
0,0800	8,00	0,9482	4,214	2,2233	5,929	0,4587	3,823
0,0850	8,50	0,9774	4,344	2,2918	6,111	0,4729	3,941
0,0900	9,00	1,0057	4,470	2,3582	6,289	0,4866	4,055
0,0950	9,50	1,0333	4,592	2,4228	6,461	0,4999	4,166
0,1000	10,00	1,0601	4,712	2,4858	6,629	0,5129	4,274
n		0,018		0,018		0,018	
Área S (m²)		0,225		0,375		0,12	
Perímetro Mojado (m)		1,6200		1,6180		1,0000	
Radio Hidráulico		0,1389		0,2318		0,1200	
(1/n)*S*RH^(2/3)		3,3524		7,8607		1,6219	

APÉNDICE 5 – DETERMINACIÓN CLASE RESISTENTE TUBOS DE HORMIGÓN ARMADO

Cálculo Numérico Tubos Hormigón Armado

OD 0.2

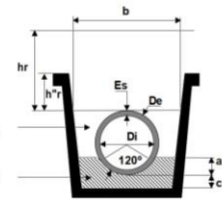
Esquema de instalación:

Instalación en Zanja Terraplenada
 Relleno: Mat. Granular sin cohesión (Zahorras)

(Este croquis no representa proporciones reales)

Relleno Compactado 95% P.N.

Hormigón



De= 1.45 m.
 Di= 1.2 m.
 Es= 125 mm.
 hr= 1.5 m.
 h'r= 0.75 m.
 a=0.362 m.
 b=5.81 m.
 c=0.1 m. (Suelo)
 c=0.23 m. (Roca)
 (c según terreno)
 Talud= 1:1
 Resguardo=0.5 m.

Cálculos:

Carga producida por terreno (qr): calculada como terraplén por sobrepasar el ancho de zanja b la anchura de transición.

$$q_r = C_t \cdot \gamma \cdot h_r \cdot D_e$$

; Para $h_r \leq h_0$, $C_t = \frac{e^{2\lambda\mu} \frac{h_r}{D_e} - 1}{2\lambda\mu \frac{h_r}{D_e}}$
 (h según norma)

Fap= 2.8
 $\gamma = 19.2 \text{ kN/m}^3$
 $\lambda\mu = 0.192$
 $h_0 = 3.872 \text{ m.}$

Carga Carretera, Carro tres ejes de 600 kN (60 t.)
 Carga puntual de 0t. situada a 0 m
 Carga uniformemente distribuida en superficie de 0 t/m²
 Carga debida a compactador

qr= 50.73 kN/m
 40.81 kN/m
 0 kN/m
 0 kN/m
 0 kN/m
 Qtotal= 91.55 kN/m

CARGA DE CÁLCULO = $\frac{Q_{total} \cdot 1.5}{Fap \cdot D_i} = 40.87 \text{ kN/m}^2$

Clase mínima UNE-127.916 exigible:

Clase 60

(Válido para $h_r \leq 2.62 \text{ m.}$)

Cálculo Numérico Tubos Hormigón Armado

OD 0.6

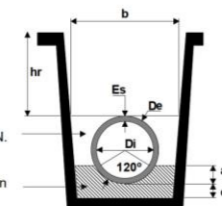
Esquema de instalación:

Instalación en Zanja Terraplenada
 Relleno: Mat. Granular sin cohesión (Zahorras)

(Este croquis no representa proporciones reales)

Relleno Compactado 95% P.N.

Hormigón



De= 2.15 m.
 Di= 1.8 m.
 Es= 175 mm.
 hr= 1 m.
 a=0.537 m.
 b=7.75 m.
 c=0.15 m. (Suelo)
 c=0.3 m. (Roca)
 (c según terreno)
 Talud= 1:1
 Resguardo=0.5 m.

Cálculos:

Carga producida por terreno (qr): calculada como terraplén por sobrepasar el ancho de zanja b la anchura de transición.

$$q_r = C_t \cdot \gamma \cdot h_r \cdot D_e$$

; Para $h_r \leq h_0$, $C_t = \frac{e^{2\lambda\mu} \frac{h_r}{D_e} - 1}{2\lambda\mu \frac{h_r}{D_e}}$
 (h según norma)

Fap= 2.8
 $\gamma = 19 \text{ kN/m}^3$
 $\lambda\mu = 0.192$
 $h_0 = 3.145 \text{ m.}$

Carga Carretera, Carro tres ejes de 600 kN (60 t.)
 Carga puntual de 0t. situada a 0 m
 Carga uniformemente distribuida en superficie de 0 t/m²
 Carga debida a compactador

qr= 44.72 kN/m
 55.62 kN/m
 0 kN/m
 0 kN/m
 0 kN/m
 Qtotal= 100.35 kN/m

CARGA DE CÁLCULO = $\frac{Q_{total} \cdot 1.5}{Fap \cdot D_i} = 29.86 \text{ kN/m}^2$

Clase mínima UNE-127.916 exigible:

Clase 60

(Válido para $h_r \leq 3.05 \text{ m.}$)

Cálculo Numérico Tubos Hormigón Armado

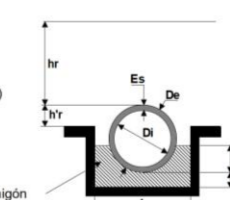
OD 1.4.0

Esquema de instalación:

Instalación en Terraplén (Clase A)
 Relleno: Mat. Granular sin cohesión (Zahorras)
 Base: Base muy asentable (terraplén no bien compactado)

(Este croquis no representa proporciones reales)

Hormigón



De= 2.15 m.
 Di= 1.8 m.
 Es= 175 mm.
 hr= 4.12 m.
 h'r= 0 m.
 a=0.537 m.
 b=2.35 m.
 c>=0.45 m.

Cálculos:

Carga producida por terreno (qr):

$$q_r = C_t \cdot \gamma \cdot h_r \cdot D_e$$

; Para $h_r > h_0$, $C_t = \frac{e^{2\lambda\mu} \frac{h_0}{D_e} - 1}{2\lambda\mu \frac{h_0}{D_e}} + \frac{h_r - h_0}{h_r} e^{2\lambda\mu \frac{h_0}{D_e}}$
 (h según norma)

Fap= 2.834
 $\gamma = 19 \text{ kN/m}^3$
 $\lambda\mu = 0.192$
 $h_0 = 0 \text{ m.}$

Carga Carretera, Carro tres ejes de 600 kN (60 t.)
 Carga puntual de 0t. situada a 0 m
 Carga uniformemente distribuida en superficie de 0 t/m²
 Carga debida a compactador

qr= 168.3 kN/m
 0 kN/m
 0 kN/m
 0 kN/m
 0 kN/m
 Qtotal= 168.3 kN/m

CARGA DE CÁLCULO = $\frac{Q_{total} \cdot 1.5}{Fap \cdot D_i} = 49.49 \text{ kN/m}^2$

Clase mínima UNE-127.916 exigible:

Clase 60

(Válido para $h_r \leq 4.99 \text{ m.}$)

APÉNDICE 6 – CONTACTOS CON AGUAS DE GALICIA

AECOM



AECOM +34 915 487 790 tel
Quintana 2, 3ª Planta +34 915 487 791 fax
28008 MADRID
España
www.aecom.com

AUGAS DE GALICIA
Subdirector General de Gestión del Dominio Público Hidráulico
Xunta de Galicia. Consellería de Medio Ambiente
Plaza de Camilo Díaz Baliño 7/9
15781 Santiago de Compostela (La Coruña)

Madrid, 2 de Agosto de 2013

ASUNTO: "PROYECTO DE LA AUTOVÍA LUGO-SANTIAGO (A-54). TRAMO: ENLACE DE PALAS – ENLACE MELIDE SUR"

Muy Sres. Nuestros:

Las actuaciones a desarrollar corresponden al tramo: Enlace de Palas – Enlace Melide Sur, de la Autovía Lugo – Santiago (A-54). El trazado del tramo en estudio tiene una longitud aproximada de 11,5 km.

Para la redacción del citado proyecto, se solicita de la Demarcación la información necesaria relativa a la metodología de cálculo y especificaciones de diseño de las obras de drenaje y viaductos que afectan al dominio público hidráulico, dimensiones mínimas de obras de drenaje y viaductos, sobreelevaciones en viaductos, protecciones necesarias, periodos de retorno a estudiar, metodología de cálculo de caudales para grandes cuencas, y cualquier otro criterio hidrológico o hidráulico que estimen oportuno.

Los cauces más importantes que atraviesa la traza del proyecto son los siguientes:

- Río Catasol
- Río Furelos
- Río Seco
- Rego do Vilar
- Río Pambre
- Lagoa de Quintas

De estos cauces se solicita la información siguiente:

- Cartografía de la llanura de inundación, aguas arriba y aguas abajo del cruce de la infraestructura.
- Batimetría de la zona de cauce.
- Caudales de cálculo de máximas avenidas.
- Dominio Público Hidráulico.
- Datos de Aforo y curvas de gasto e hidrogramas asociados disponibles en el entorno, especialmente de la siguiente estación: 542 – Furelos - A Coruña.
- Azudes u otras infraestructuras hidráulicas existentes o en ejecución en la zona de actuación, aguas arriba o aguas abajo.
- Estudios de mejora y rehabilitación de los cauces citados que pudieran estar actualmente en proyecto o ejecución.

Adjunto a la carta se incluye la comunicación de adjudicación del contrato, donde figura la asignación de Inocsa Ingeniería SLU, actualmente AECOM INOCSA SLU como empresa adjudicataria del contrato, así como un plano de situación a escala 1:50.000 y otros dos planos de situación a escala 1:25.000.

Pueden remitir su información (planos, CD, etc.) a la dirección que aparece en el encabezado de página o al email: leocadio.sanchez@aecom.com

Agradecemos de antemano su colaboración, estamos a su disposición para exponerles personalmente cualquier aclaración que estimen conveniente.

AECOM
Atentamente
Fdo: Leocadio Sánchez Rodrigo
Dpto. Hidráulica, Hidrología y Drenaje
C.I.F.: B-2280785

AECOM INOCSA, S.L.U. inscrita en el Registro Mercantil de Madrid, Tomo 14.209,
Folio 8, Sección 8, Hoja M-233883, Inscripción 1. C.I.F.: B-82280785

AECOM

AECOM +34 915 487 790 tel
Quintana 2, 3ª Planta +34 915 487 791 fax
28008 MADRID
España
www.aecom.com



AUGAS DE GALICIA
D. Ángel Gómez Rey
Jefe de Servicio Zona Galicia - Centro
Xunta de Galicia. Consellería de Medio Ambiente
Rúa do Tomiño, 16 baixo
15704 Santiago de Compostela (La Coruña)

Madrid, 24 de Abril de 2014

ASUNTO: "PROYECTO DE LA AUTOVÍA LUGO-SANTIAGO (A-54). TRAMO: ENLACE DE PALAS – ENLACE MELIDE SUR"

Muy Sr. Nuestro:

Habiendo sido completada la Fase II del proyecto referenciado se solicita a Augas de Galicia la revisión de los criterios de diseño y de las obras de drenaje previstas sobre cauces públicos, para la posterior redacción del Proyecto de Construcción.

Para ello se adjunta un ejemplar de la siguiente documentación:

- Documento resumen
- Anejo 2.4 – Estudio Inicial del Drenaje
- Planta General a escala 1:2000 (A3) y Perfil Longitudinal del tronco
- Planos de viaductos con las alternativas propuestas

Agradecemos de antemano su colaboración, estamos a su disposición para exponerle personalmente cualquier aclaración que estimen conveniente.

Atentamente

AECOM
Atentamente
Fdo: Giona Figueras Bustos
Dpto. Hidráulica, Hidrología y Drenaje
C.I.F.: B-82280785

AECOM INOCSA, S.L.U. inscrita en el Registro Mercantil de Madrid, Tomo 14.209,
Folio 8, Sección 8, Hoja M-233883, Inscripción 1. C.I.F.: B-82280785

AECOM

AECOM +34 915 487 790 tel
Quintana 2, 3ª Planta +34 915 487 791 fax
28008 MADRID
España
www.aecom.com

AGUAS DE GALICIA
D. José Luis Rodríguez Fuentes
Servicio de Planificación y Programación Hidrológica
Plaza Camilo Díaz Balboa, 7-9
15781 Santiago de Compostela (A Coruña)

Madrid, 10 de Junio de 2014

ASUNTO: "PROYECTO DE LA AUTOVÍA LUGO - SANTIAGO (A-54). TRAMO: ENLACE DE PALAS - ENLACE MELIDE SUR. PETICIÓN DE DATOS FORONÓMICOS CORRESPONDIENTES A LA ESTACIÓN Nº542 EN EL RÍO FURELOS"

Las actuaciones a desarrollar corresponden al tramo: Enlace de Palas – Enlace Melide Sur, de la Autovía Lugo – Santiago (A-54). El trazado del tramo en estudio tiene una longitud aproximada de 11,6 km y discurre por los municipios de Melide y Santiso, pertenecientes a la provincia de A Coruña y Palas de Rei perteneciente a la provincia de Lugo.

Para la redacción del citado proyecto se solicita de Aguas de Galicia los datos foronómicos correspondientes a la estación nº 542 en el río Furelos, detallados a continuación:

- Valor máximo del caudal medio diario en cada uno de los años de registro disponibles:
AH 1971-1972 – AH 2012-2013;
- Valor máximo del caudal instantáneo en cada uno de los años de registro disponibles:
AH 2003-2004 – AH 2012-2013.

Además de los datos solicitados, se necesitaría conocer, si fuera posible, qué años de los disponibles son incompletos y qué meses son los que presentan falta de datos.

Pueden remitir su información a la dirección que aparece en el encabezado de página o al siguiente email:
gloria.figueras@aecom.com

Agradeciendo de antemano su colaboración,



Atentamente,
AECOM
AECOM INOCSA S.L.U.
C.I.F. : B82280785
Fdo: Gloria Figueras Bustos
Dpto. Hidráulica, Hidrología y Drenaje

Figueras Bustos, Gloria

De: Rodríguez Fuentes, Jose Luis [jose.luis.rodriguez.fuentes@xunta.es]
Enviado el: viernes, 13 de junio de 2014 11:29
Para: Figueras Bustos, Gloria
Asunto: Remisión datos aforos EA-542, río Furelos
Datos adjuntos: ANOS E MESES INCOMPLETOS , EA 542, FURELOS.xlsx; 7862-ID-542-Furelos-130930-TY-VHC-Ed01.xlsx


En contestación a su solicitud de datos foronómicos (EA nº 542 en el río Furelos) que tuvo entrada en Augas de Galicia el 11 de mayo de 2014, les enviamos un archivo con la documentación solicitada

También se incluye otro archivo en el que se indican los años y/ o meses sin datos, o con ellos incompletos

Un saludo

José Luis Rodríguez Fuentes
Servizo de Planificación e Programación Hidrolóxica
AGUAS DE GALICIA
Teléfono: 981544972



 MINISTERIO DE FOMENTO

REGISTRO XERAL DA XUNTA DE GALICIA
REGISTRO XERAL SANTIAGO DE COMPOSTELA Data 14/04/2015 13:44:12
ENTRADA 57142 / RX 701929

SECRETARÍA DE ESTADO DE INFRAESTRUCTURAS DIRECCIÓN GENERAL DE CARRETERAS
DEMARCACIÓN DE CARRETERAS DEL ESTADO EN GALICIA

O F I C I O

S/REF.
NREF: 12-LU-4620.A AGR/SR
FECHA: 14 de abril de 2015
ASUNTO: INFORMACIÓN PÚBLICA
APROBACIÓN PROVISIONAL DEL PROYECTO DE TRAZADO: "Autovía Santiago – Lugo (A-54). Tramo: Enlace de Melide Sur – Enlace de Palas de Rei". Provincias: A Coruña y Lugo.

AUGAS DE GALICIA
PRAZA DE CAMILO DÍAS BALIÑO 7-9
15791 - SANTIAGO DE COMPOSTELA

Ministerio de Fomento
003368 14/04/2015
Demarcación Carreteras Galicia
REGISTRO DE SALIDA

Por Resolución de la Dirección General de Carreteras del Ministerio de Fomento, de fecha 20 de marzo de 2015 ha sido aprobado provisionalmente el Proyecto de Trazado: "Autovía Santiago – Lugo (A-54). Tramo: Enlace de Melide (Sur) – Enlace de Palas de Rei". Provincias: A Coruña y Lugo. Clave: 12-LU-4620.A, por lo cual adjunto se remite una copia de la Resolución aprobatoria y un DVD del Proyecto.


La información pública es a los efectos establecidos en los artículos 17,18 y 19.1 de la Ley de Expropiación Forzosa, de 16 de diciembre de 1954, sobre necesidad de ocupación y concordantes de su Reglamento.

Transcurrido el plazo informativo de veinte (20) días hábiles, que se contará a partir del primer día hábil siguiente al de la fecha de la publicación en el Boletín Oficial del Estado, se solicita la remisión a esta Demarcación de un certificado de que el anuncio ha estado expuesto el plazo legalmente establecido y de las alegaciones y observaciones que, en su caso, hayan sido presentadas.

Al propio tiempo he de significarle que, de acuerdo con la disposición antes citada, transcurrido dicho plazo sin que ese organismo informe al respecto, se entenderá que está conforme con la propuesta formulada.

Lo que se comunica para su conocimiento y efectos.

EL INGENIERO JEFE DE LA DEMARCACIÓN,
Ángel González del Río

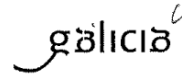


CORREO ELECTRÓNICO:
demarcacion.galicia@fomento.es

ANTONIO MACHADO, 45
15071 A CORUÑA
TEL: 981 28 82 00
FAX: 981 29 07 00



SUBDIRECCIÓN XERAL DE XESTIÓN DO
DOMINIO PÚBLICO HIDRÁULICO
Praza de Camilo Díaz Balbino, 7-9
15781 SANTIAGO DE COMPOSTELA
Teléfono 981 544 141. Fax 981 541 943
augasdegalicia@xunta.es
http://augasdegalicia.xunta.es



REXISTRO XERAL DA XUNTA DE GALICIA
REXISTRO DE AUGAS DE GALICIA (SERVIZOS CENTRAIS)
SANTIAGO DE COMPOSTELA Data: 15/09/2015 13:25:29



RATC 12-W-4626

**Demarcación de Carreteras del Estado
en Galicia**

**Antonio Machado, 45
15071 A Coruña**

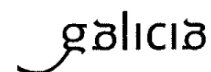
Ministerio de Fomento
009534 21/09/2015
Demarcación Carreteras Galicia
REGISTRO DE ENTRADA

ASUNTO: REMISIÓN DE INFORME

Remitimos o informe emitido pola Subdirección Xeral de Xestión do Dominio Público Hidráulico relativo ó "PROXECTO DE TRAZADO E CONSTRUCCIÓN DA AUTOVÍA SANTIAGO-LUGO (A-54). TRAMO: ENLACE PALAS DE REI-MELIDE (SUR)".

Santiago de Compostela 15 de setembro de 2015

Elvira Pereiras Miguez

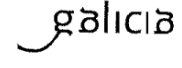


S. O. S.
pasado 23-9-2015



XUNTA DE GALICIA
CONSELLERÍA DE MEDIO AMBIENTE,
TERRITORIO E INFRAESTRUTURAS
AUGAS DE GALICIA
Servizos Centrais

Praza de Camilo Díaz Balbino, 7/9
15781 Santiago de Compostela
Tel: 981 545 382
Fax: 981 544 988



**INFORME SECTORIAL DE AUGAS DE GALICIA
ASUNTO: AUTOVÍA SANTIAGO-LUGO (A-54).TRAMO: ENLACE PALAS-ENLACE DE MELIDE (SUR).
PETICIONARIO: DEMARCACIÓN DE ESTRADAS DO ESTADO EN GALICIA.**

Obxecto

Informe solicitado pola Demarcación de Estradas do Estado de Galicia sobre o "Proxecto de trazado e construción da autovía Santiago-Lugo (A-54). Tramo: Palas de Rei-Enlace de Melide (Sur)".

Antecedentes

Con data 16/04/2015 tivo entrada en Augas de Galicia copia en formato dixital dun resumo do proxecto de trazado "Proxecto de trazado e construción da autovía Santiago-Lugo (A-54). Tramo: Palas de Rei-Enlace de Melide (Sur)".

Lexislación aplicable

- Real Decreto Lexislativo 1/2001, do 20 de xullo, polo que se aproba o Texto Refundido da Lei de Augas.
- Regulamento do Dominio Público Hidráulico, aprobado por Real decreto 849/1986, do 11 de abril.
- Lei 9/2010, do 4 de novembro, de Augas de Galicia.
- Decreto 1/2015, do 15 de xaneiro, polo que se aproba o Regulamento da planificación en materia de augas de Galicia e regúlanse determinadas cuestións no desenvolvemento da Lei 9/2010, do 4 de novembro, de augas de Galicia
- Real Decreto 1332/2012, do 14 de setembro, polo que se aproba o Plan Hidrolóxico da Demarcación Hidrográfica de Galicia-Costa 2009-2015.
- Directiva 2007/60/CE do Parlamento Europeo e do Consello, do 23 de outubro de 2007, relativa á avaliación e xestión dos riscos de inundación, e Real Decreto 903/2010 polo que se traspón ao ordenamento xurídico español.
- Directiva 2000/60/CE do Parlamento Europeo e do Consello, do 23 de outubro de 2000, pola que se establece un marco comunitario de actuación no ámbito da política de augas.

Análise da documentación

Analizada a documentación achegada no documento "Proxecto de trazado e construción da autovía Santiago-Lugo (A-54). Tramo: Palas de Rei-Enlace de Melide (Sur)", consistente no documento técnico, o organismo de conca informa os aspectos resumidos nos seguintes apartados.

Obxecto do proxecto

O tramo obxecto do presente proxecto pertence a autovía A-54 entre Santiago, Compostela e Lugo. Este tramo atravesa os termos municipais de Melide e Santiso, na provincia de A Coruña, e Palas de Rei, na provincia de Lugo.

O trazado proposto ten a su orixe ao sur da localidade de Melide, onde se localiza o primeiro enlace (semidiamante-semitrébol) do tramo Melide Sur (P.K 0+100), tras este enlace, o trazado avanza en dirección Sueste cara o río Furelos (P.K 1+450), o cruce do río Furelos realízase mediante viaduto de 312 metros de lonxitude (P.K 1+315 a 1+662).

Unha vez superado o cruce de este río a autovía discorre polo LIC "Serra do Careón" uns 3 km, no punto P.K 3+480 localízase o Viaduto del Careón (P.K 3+480 a 3+831), de 351 metros de lonxitude. O fin do paso polo LIC, o trazado volve a cruzar outro canle cun viaduto sobre o río Seco (P.K 4+230 a P.K 4+540) con 310 metros de lonxitude. A partir de este punto, a autovía sae do LIC xirando cara o noroeste.

No P.K 6+700 sitúase o segundo enlace do tramo en forma de diamante con pesas e ramal de 109 metros de lonxitude que conecta ambas glorietas.

No P.K 7+600 encóntrase o Rego de Vilar, o cruzamento faise mediante viaduto de 99 metros de lonxitude (P.K 7+560 a 7+659).

No P.K 9+860 aproximadamente cruzase o canle do Pambre mediante unha ponte de lonxitude (P.K 9+732 a 10+800).

Finalmente, o tramo termina no P.K 11+670,582, punto no que conecta co tramo de Palas de Rei-Guntín, ao sur do núcleo de San Xulián e nas proximidades do enlace de Palas de Rei Oeste, que conecta coa autovía A-54 ca estrada N-547.

Rede fluvial

A zona de estudo sitúase dentro do sistema de explotación N°5 (Río Ulla e Ría de Arousa (marxe dereita). O ámbito do proxecto intégrase dentro das cuncas hidrográficas do Río Catasol ou dos Pasos(ES.014.NR.244.028.18.00),Río Furelos(ES.014.NR.244.028.02.00), Río Seco(ES.014.NR.244.026.01.00), Río Pambre(ES.014.NR.244.024.01.00). A actuación afecta aos ríos codificados por Augas de Galicia como Río Furelos(244028),Río Pinor(24402809), Río Seco(244026),Rego de Vilar(24402408),Vilacendoi (2440240805),Río Pambre(244024),San Xulias(24402411). Estes cauces vense afectados na súa zona de policía pola actuación proxectada, polo que deberán ser recollidos e identificados na documentación do proxecto.

Comprobase que existen cursos fluviais non codificados por Augas de Galicia que afectan a traza en estudo, polo que estes cauces, así como a súa zona de policía, deben ser recollidos e identificados na documentación do proxecto.

No caso de que existan outros cursos fluviais, cunha cunca de apartación inferior, seralles de aplicación a normativa e lexislación de augas, tendo plena vixencia as prescricións establecidas para o Dominio Público Hidráulico.

En todo caso, a lexislación sectorial de augas establece unha zona de servidume e policía en tódolos leitos públicos e en toda a súa lonxitude, e segundo o establecido nos artigos 7.3, 9.4, 78 e 126 do RDPH calquera actuación precisará autorización administrativa do organismo de conca independente doutra que teña que ser outorgada por outro organismo da administración. Nese momento procedimental analizarase en detalle a actuación e o cumprimento dos artigos 42 e 43 da Normativa do PHGC, establecéndose todos os condicionantes e prescricións oportunos para o seu desenvolvemento.

Zonas protexidas

Tendo en conta o Rexistro de Zonas Protexidas do Plan Hidrolóxico de Galicia-Costa 2009-2015, a zona de estudo solápanse coas seguintes zonas:

- Zona de Especial Protección dos Valores Naturais, denominada "Serra Do Careón", polo tanto, deberánse cumprir o disposto na Lei 9/2001, do 21 de agosto, de conservación da natureza, Decreto 72/ 2004, de 2 de abril, polo que se declaran determinados espazos como zonas de especial protección dos valores naturais.
- Zona de Especial Conservación, denominada "Serra do Careón", polo tanto, deberánse cumprir o disposto na Directiva 92/ 43/ CE, de 21 de maio, relativa á conservación dos hábitats naturais e da fauna e flora silvestre, Lei 42/ 2007, do Patrimonio e da Biodiversidade e o Plan Director da Rede Natura 2000 de Galicia.
- Perímetro de Zonas de Auga Mineral, denominada "Balneario do Río Pambre" polo tanto, deberánse cumprir o disposto na Directiva 80/777/CEE do Consello, de 15 de xullo de 1980, relativa á aproximación das lexislacións dos Estados Membros sobre explotación e comercialización de augas minerais naturais, Lei 5/1995, de 7 de xuño, de regulación das augas minerais, termais, de manancial e dos establecementos balnearios da Comunidade Autónoma de Galicia e Decreto 402/1996, de 31 de outubro, polo que se aproba a regulación de aproveitamentos de augas mineromedicinais, termais e dos establecementos balnearios da Comunidade Autónoma de Galicia.

Deberanse recoller todas estas zonas na documentación e atender ás limitacións de usos establecidas para cada unha destas zonas no PHGC, de cara a preservar o bo estado das masas de auga e do medio hídrico.

A información relativa as zonas protexidas pódese consultar na páxina web de Augas de Galicia, <http://visorgis.cmatl.xunta.es/dhgc/>.

En todo caso, deberáse ter en conta a presenza de humedais ou outras zonas húmidas no desenvolvemento da actuación, adoitando as medidas precisas para a súa preservación e no seu caso, contar coas autorizacións correspondentes.

Zonas inundables

Son zonas inundables, segundo o artigo 42 do PHGC e o 14 do RDPH, as delimitadas polos niveis que alcanzan as augas en avenidas de período de retorno de cincocentos anos, atendendo a estudos xeomorfolóxicos, hidrolóxicos e hidráulicos, así como de series de avenidas históricas e documentos ou evidencias históricas destas. A cualificación como zonas inundables non alterará a cualificación xurídica e a titularidade demanial dos terreos.

A zona de fluxo preferente, segundo o definido no artigo 42 do PHGC e o 9 do RDPH, é aquela zona constituída pola unión da zona ou zonas onde se concentra preferentemente o fluxo durante as avenidas, ou vía de intenso desaugadoiro, e da zona onde, para a avenida de 100 anos de período de retorno, se poidan producir graves danos sobre as persoas e os bens, quedando delimitado o seu límite exterior mediante a envolvente de ambas as dúas zonas.

Para as zonas inundables e as zonas de fluxo preferente deberánse de respectar e recoller expresamente as prescricións recollidas nos artigos 42 e 43 do Plan Hidrolóxico Galicia - Costa (PHGC). Dentro destas prescricións destácase, para a zona de fluxo preferente unha serie de limitacións establecidas no artigo 42 do PHGC, deste xeito, só se poderán autorizar nesta zona

actividades non vulnerables fronte a avenidas e que non supoñan unha redución significativa da capacidade de desaugadoiro e con carácter xeral non se autorizará a construción de edificacións destinadas a vivendas, non se permitirán actividades de acampada nin as instalacións industriais nin edificacións nas que habitualmente haxa presenza de persoas. Estas prescricións deberán ser recollidas na documentación.

O artigo 11 do Real decreto Lexislativo 1/2001, establece que os organismos de conca darán traslado ás Administracións competentes en materia de ordenación do territorio e urbanismos dos datos e estudos dispoñibles sobre avenidas, co obxecto de que se teñan en conta na planificación do solo, e en particular, nas autorizacións de usos que se acorden en zonas inundables.

Na páxina web de Augas de Galicia, <http://visorgis.cmatl.xunta.es/dhgc/>, pódese consultar e descargar as ARPSIS, as manchas de inundación asociadas a distintos períodos de retorno e as zonas de fluxo preferente. No ámbito de actuación non se atopa ningunha ARPSI.

Estruturas

O tramo Palas de Rei-Enlace de Melide (Sur) da autovía A-54 non presenta ningún túnel.

Presenta 10 estruturas lonxitudinais en forma de viadutos para salvar diferentes ríos, así como 5 pasos superiores, 4 pasos inferiores e dúas estruturas de enlace para a reposición de estradas, camiños e pasos de fauna, así como para a resolución dos enlaces existentes.

Na táboa que segue a continuación obsérvanse as diferentes estruturas cos PKs correspondentes.

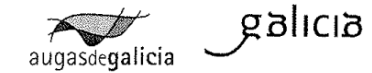
Viaductos

Nombre	Pk inicial	Pk final	Lonxitude(m)
Río Furelos Esquedo	1+352	1+663	312.00
Enlace Melide (P.I)	16+480		
Río Furelos Dereito	1+352	1+665	312.00
LIC Careón Esquerdo	3+492	3+843	350.90
LIC Careón Dereito	3+480	3+831	350.90
Río Seco esquerdo	4+226	4+536	310.00
Río Seco dereito	4+219	4+529	310.00
Rego de Vilar esquerdo	7+566	7+664	99.00
Rego de Vilar dereito	7+552	7+652	99.00
Río Pambre esquerdo	9+733	10+084	353.00
Río Pambre dereito	9+709	10+064	353

Táboa 1 Viadutos proxectados



Praza de Camilo Díaz Baliño, 7/9
15781 Santiago de Compostela
Tel: 981 545 382
Fax: 981 544 988



Pasos Superiores

Pk	Lonxitude (m)
0+600	80
5+200	53
6+130	53
8+460	55
9+070	57.85

Táboa 2 Pasos Superiores

Pasos inferiores

Pk	Lonxitude (m)
2+120	64,71
7+340	47,50
9+300	87,30
11+000	38,30

Táboa 3 Pasos Inferiores

Todos os viadutos deberán dar cumprimento ao disposto nos artigos artigos 7.3, 9.4, 78 e 126 do RDPH, relativos ás **zonas de servidume e policía dos leitos fluviais**, así como as prescricións dos artigos 42 e 43 da Normativa do Plan Hidrolóxico de Galicia-Costa 2009-2015, actualmente vixente. O resto de estruturas non causan afección a zona de policía.

Drenaxe

Segundo a documentación aportada a drenaxe transversal dimensionase para un período de retorno de 500 anos, polo que se cumpre o establecido no artigo 43 da normativa do PHGC e o establecido na Instrución 5.2IC Drenaxe Superficial. Apórtanse tamén, seccións de detalle dos elementos de drenaxe transversal. Sinalar que as drenaxes transversais, cando sexa necesario hidráulicamente, deberán dispor das correspondentes embocaduras para condución das augas e na súa saída, así como os tramos de cuneta en zonas de elevada pendente, de sistemas protectores e/ou de disipación de enerxía para evitar fenómenos erosivos, deposición de sólidos ou desbordamentos na traxectoria de incorporación de augas ós cursos naturais.

No proxecto, a drenaxe lonxitudinal debe ser dimensionada para un período de retorno de 25 anos segundo o establecido na Instrución 5.2 IC Drenaxe superficial. Sinalar que, en todo caso deberase evitar a acumulación de escorrentas nunha determinada zona ou que se engadan a unha valgada áreas vertentes superiores en máis dun 10% á superficie da conca propia, de acordo co establecido no artigo 43.4 da Normativa do PHGC. Esta comprobación deberá incluírse no proxecto de construción de cara ao cumprimento do citado artigo. Apórtanse tamén, seccións de detalle dos elementos de drenaxe lonxitudinal.

Do mesmo xeito, deberase dar cumprimento ao establecido no artigo 42 k da normativa do PHGC: "Calquera obra a realizar na contorna dun río, especialmente en zonas de protección de canles e nas zona inundables, que impliquen un cambio dos usos do chan e unha modificación cuantitativamente substancial da escorrentía producida na zona, deberán presentar unha modelización hidrolóxica - hidráulica que reflecta o comportamento do río antes e tras a realización das obras para distintos periodos de retorno ata T=500 anos. Deberase analizar o tramo augas arriba e augas abaixo da actuación, así como a posible influencia nas zonas inundables do río na zona das obras".

Outras consideracións

Ademais deberán terse en conta as recomendacións establecidas nas Instrucións Técnicas para Obras Hidráulicas en Galicia, nos aspectos relacionados co deseño das redes de abastecemento e saneamento, que están dispoñibles na páxina web de Augas de Galicia.

Conclusión

Vista a documentación aportada, emitense as prescricións sinaladas o documento técnico "Proxecto de trazado e construción da autovía Santiago-Lugo (A-54). Tramo: Palas de Rei-Enlace de Melide (Sur)" de cara a que se teñan en conta no proxecto de construción.

Estas consideracións emitense estritamente desde o punto de vista das competencias deste organismo de conca, sen entrar a valorar outras consideracións técnicas, urbanísticas ou ambientais e sen prexuízo dos condicionantes que se poidan establecer nas preceptivas autorizacións de Augas de Galicia que se tramiten segundo o establecido nos artigos 9.4, 78 e 126 do RDPH.

Destacar que o titular das obras será responsable de cantos danos e perdas poidan ocasionarse a intereses públicos ou privados como consecuencia das actuacións propostas

Santiago de Compostela, 07 de setembro de 2015

O xefe da Área de Autorizacións
e Competicións


Victor Manuel Gomez Traba

O subdirector xeral de Xestión
do Dominio Público Hidráulico


Roberto Luis Sanchez