



ANEJO 11. DRENAJE

Equipo Redactor

REDACTADO	REVISADO Y APROBADO
	
D. Javier Megías Gámiz	Dña. Mercedes Sánchez Mellado

Revisiones al Documento

Fecha	Revisión Modificada	Causa de la Modificación

ÍNDICE

ANEJO 11. DRENAJE	1
1. INTRODUCCIÓN	3
2. COMPROBACIÓN DEL DRENAJE TRANSVERSAL EXISTENTE.	3
3. DRENAJE LONGITUDINAL	5
3.1 CRITERIOS DE DISEÑO	5
3.2 CÁLCULO HIDRÁULICO DE LAS CUNETAS.....	5
3.2.1 Cálculo de los caudales de aportación	5
3.2.2 Comprobación Hidráulica de las cunetas.....	6
3.3 CÁLCULO HIDRÁULICO DE LAS ODTL	7
3.4 CÁLCULO MECÁNICOS	7
4. DRENAJE DE LAS CAPAS DE FIRME	7
4.1 INTRODUCCIÓN.....	7
4.2 MEDIOS PARA EVITAR LA INFILTRACIÓN DE LAS AGUAS.	7
4.2.1 Infiltración a través del pavimento de la calzada y arcenes.	7
4.2.2 Infiltración a través de las bermas y otras superficies comprendidas entre plataformas y taludes de las excavaciones.....	7
4.2.3 Infiltración a través de la mediana.....	8
4.3 MEDIDAS PARA FAVORECER EL FLUJO LATERAL DE SALIDA.	8
4.4 EVACUACIÓN DE LAS AGUAS INFILTRADAS. CARACTERIZACIÓN DE LA EXPLANADA.	8
4.5 UBICACIÓN Y TIPOS DE DRENES PARA LA EVACUACIÓN DE LAS AGUAS INFILTRADAS.	9
4.6 DETALLES DE DRENAJE PARA LAS SECCIONES TRANSVERSALES TIPO	9
4.7 CÁLCULO HIDRÁULICO DE LAS TUBERÍAS DRENANTES.....	9
4.8 UBICACIÓN Y TIPOS DE DRENES PARA LA EVACUACIÓN DE LAS AGUAS INFILTRADAS.	10
4.9 SOLUCIÓN ADOPTADA	10
APÉNDICE I. PLANOS DE CUENCAS DE DRENAJE LONGITUDINAL	11
APÉNDICE II. CÁLCULOS HIDRÁULICOS DE LAS OBRAS DE DRENAJE TRANSVERSAL	12
APÉNDICE III. CÁLCULOS HIDRÁULICOS DE LAS OBRAS DE DRENAJE LONGITUDINAL	13
APÉNDICE IV. CÁLCULOS MECÁNICOS DE TUBERÍAS	14
APÉNDICE V. COMUNICACIONES CON LA DEMARCACIÓN HIDROGRÁFICA DE LAS CUENCAS MEDITERRÁNEAS ANDALUZAS	15

1. INTRODUCCIÓN

El objetivo del presente anejo es la definición y diseño hidráulico de las actuaciones a realizar en el presente proyecto.

La actuación objeto de este proyecto consiste básicamente en la remodelación de enlaces existentes, en los que ya está implantada una red de drenaje. No se trata de diseñar una nueva red de drenaje, sino adaptar esta red a la nueva configuración de los enlaces.

En el caso de las obras de drenaje transversal existentes en el tronco de la autovía, y afectadas por la ampliación de la plataforma (para adaptar los carriles de cambio de velocidad), se estudia la capacidad hidráulica de éstas para validar que la sección de la obra de fábrica es suficiente para evacuar los caudales de cálculo.

En el Anejo 5. Climatología e Hidrología se identificaron todas las obras de drenaje existentes en el tramo de autovía en el entorno a los enlaces a mejorar. A estas obras de drenaje se le asociaban unas cuencas de drenaje vertientes, de las que se obtuvo su caudal de cálculo para un periodo de retorno de 500 años.

ODT	Cuenca
407+870	1a
408+045	1b
408+065	2
408+345	3
409+410	4
410+950	5
411+215	6
411+500	7
411+760	8
411+935	9
412+100	10

Aunque se han analizado los caudales de cálculo de todas las obras de drenaje en el Anejo 5 de este Proyecto, no todas ellas se verán afectadas por las obras de mejora de enlaces. Para las que se ven afectadas de alguna forma por las obras objeto de este proyecto, será de aplicación la instrucción 5.2-IC "Drenaje", en su apartado 5.3.1 **OBRAS QUE IMPLICAN LA AMPLIACIÓN DE LA PLATAFORMA**.

2. COMPROBACIÓN DEL DRENAJE TRANSVERSAL EXISTENTE.

En la Instrucción 5.2-IC "Drenaje" se indica que en el proyecto que contemple la ampliación de la plataforma de una carretera se debe tener en cuenta el estado de las obras de drenaje existentes, y en función de ello:

- Validación de la ODT existente:
 - Con prolongación de la ODT.
 - Sin prolongación de la ODT:

- Con modificación de las embocaduras.
- Sin modificación de las embocaduras.

- Demolición de la ODT existente y construcción de una nueva, con las mismas características en toda su longitud.

Se procederá, por tanto, a comprobar la validez de las ODT existentes afectadas por la actuación. La validación de la ODT se obtendrá tras el cálculo de la obra de drenaje considerando la nueva plataforma de acuerdo con los criterios marcados en la Instrucción 5.2-IC.

Los criterios de revisión adoptados para la comprobación del buen funcionamiento de las obras de drenaje transversal existentes serán los siguientes:

- Para la validación de una obra de fábrica existente, se comprueba su correcto funcionamiento para un periodo de retorno de 500 años.
- El coeficiente de Manning empleado para la comprobación será de 0,015 en las obras de drenaje transversal de hormigón armado y de 0,028 para los tubos de acero corrugado.
- Las obras de drenaje que no se consideren aptas para un periodo de 500 años, se estudiarán para periodos de retorno inferiores e iguales al periodo de retorno con el que fueron calculadas.

Con estos condicionantes se calculan las obras de drenaje transversal, aplicando la fórmula de Manning:

$$Q = V \cdot S$$

Siendo:

Q = Caudal a evacuar en m³/s.

S = Sección transversal útil de la obra de drenaje en m².

V = Velocidad del agua en el conducto:

$$V = \frac{1}{n} \cdot R_H^{2/3} \cdot I^{1/2}$$

Donde: R_H = Radio hidráulico.

I = Pendiente longitudinal del tubo en m/m.

n = Coeficiente de rugosidad de Manning.

A continuación, se muestran los resultados obtenidos de la comprobación del drenaje transversal existente, para un periodo de retorno de 500 años:

CÁLCULO HIDRÁULICO DE LAS OBRAS DE DRENAJE.
T=500

ODT Nº	CUENCA	Q cuenca (m3/s)	TIPOLOGÍA	DIÁMETRO (m)	Pendiente	A SECCIÓN LLENA					Qc/Q _i
						Sección	Perímetro	Rh	V _{II}	Q _{II}	
ODT 407+870	1a	3,26	Tubo acero	1,8	0,005	2,54	5,65	0,45	1,48	3,77	0,86
ODT 408+045	1b	3,21	Tubo HA	1,2	0,005	1,13	3,77	0,30	2,11	2,39	1,34
ODT 408+345	3	1,67	Tubo HA	1,2	0,026	1,13	3,77	0,30	4,83	5,46	0,31
ODT 409+410	4	4,80	Tubo acero	1,8	0,034	2,54	5,65	0,45	3,87	9,84	0,49
ODT 411+760	8	7,75	Tubo acero	1,8	0,005	2,54	5,65	0,45	1,48	3,77	2,05
ODT 411+935	9	11,53	Tubo acero	1,8	0,012	2,54	5,65	0,45	2,25	5,72	2,01

En la tabla anterior se puede comprobar que las obras de drenaje denominadas ODT 407+870, ODT 409+410, y ODT 408+345 sí que cuentan con capacidad suficiente para evacuar el caudal de cálculo correspondiente a un periodo de retorno de 500 años. En cambio, las obras de drenaje denominadas ODT 408+045, ODT 411+760 y ODT 411+935 no poseen capacidad hidráulica para el caudal asociado a un periodo de retorno de 500 años.

Las otras obras de drenaje existentes en el tramo de estudio no se han comprobado al no verse afectadas por las obras (caso de las ODT 411+215 y ODT 412+100), o bien por tratarse de Pasos Inferiores de la autovía (P.I. 408+065, P.I. 410+950 y P.I. 411+500).

Las obras de drenaje existentes bajo la autovía se calcularon con una normativa vigente en la fecha de ejecución de esas obras, que no es la normativa que rige en la actualidad. El diseño inicial de las obras se realizó, según consta en el proyecto de construcción de: "Nueva Carretera. Autovía Adra-Almería. CN-340 de Cádiz a Barcelona. P.K. 65,6 al 100,00. Tramo: Adra-El Parador", considerando un periodo de retorno de 100 años para el drenaje transversal, 50 años para los pasos inferiores con dificultad para desaguar por gravedad y de 25 años para el resto de elementos de drenaje superficial de la vía. Asimismo, se consideró un coeficiente de escorrentía constante de 0,651705.

La normativa vigente en materia de drenaje es la Instrucción 5.2-IC "Drenaje" de marzo de 2016. De acuerdo a la citada Instrucción, se debe establecer en el proyecto un valor para el periodo de retorno, superior o igual a cien años ($T \geq 100$ años), que resulte compatible con los criterios sobre el particular de la Administración Hidráulica competente.

En el Anejo 5. Climatología e Hidrología, ya se exponían los criterios de la Agencia de Medio Ambiente y Agua, Administración Hidráulica competente en esta zona geográfica, por los que el caudal de proyecto ha de corresponder a un periodo de retorno de 500 años.

En este caso, existen tres obras de drenaje afectadas por la ampliación de la plataforma de la autovía en las que se mantienen las condiciones hidráulicas para las que fue diseñada (esto es, caudal de cálculo correspondiente a un periodo de retorno de 100 años), que cumple con las prescripciones recogidas en la Instrucción 5.2-IC ($T \geq 100$ años), pero que no cumplirían frente a los nuevos condicionantes hidráulicos.

En la siguiente tabla se puede observar el cálculo efectuado a las obras de drenaje existentes para un periodo de retorno de 100 años:

CÁLCULO HIDRÁULICO DE LAS OBRAS DE DRENAJE.
T=100

ODT Nº	CUENCA	Q cuenca (m3/s)	TIPOLOGÍA	DIÁMETRO (m)	Pendiente	A SECCIÓN LLENA					Qc/Q _i	Vc	Yc	Tipo de control	Calado entrada	He/D	Validez hidráulica (He/D<1,2)
						Sección	Perímetro	Rh	V _{II}	Q _{II}							
ODT 407+870	1a	0,86	Tubo acero	1,8	0,005	2,54	5,65	0,45	1,48	3,77	0,23	1,20	0,58	Salida	0,72	0,40	Sí
ODT 408+045	1b	1,14	Tubo HA	1,2	0,005	1,13	3,77	0,30	2,11	2,39	0,48	2,09	0,58	Entrada	0,96	0,80	Sí
ODT 408+345	3	0,41	Tubo HA	1,2	0,026	1,13	3,77	0,30	4,83	5,46	0,08	2,84	0,22	Entrada	0,54	0,45	Sí
ODT 409+410	4	1,31	Tubo acero	1,8	0,034	2,54	5,65	0,45	3,87	9,84	0,13	2,69	0,44	Entrada	0,90	0,50	Sí
ODT 411+760	8	2,22	Tubo acero	1,8	0,005	2,54	5,65	0,45	1,48	3,77	0,59	1,54	0,99	Salida	0,90	0,50	Sí
ODT 411+935	9	3,42	Tubo acero	1,8	0,012	2,54	5,65	0,45	2,25	5,72	0,60	2,35	1,00	Salida	1,53	0,85	Sí

Por todo ello, se validan las obras de drenaje existentes para el periodo de retorno para el que fue diseñada ($T=100$ años) y se prolongan las obras de drenaje con la misma tipología y alineación de las existentes.

En el Apéndice II. Cálculos hidráulicos de las obras de drenaje transversal se incluyen los cálculos efectuados para los periodos de retorno de 100 años.

3. DRENAJE LONGITUDINAL

Paralelamente a los viales modificados en este proyecto de Mejora de Enlaces, se han dispuesto cunetas que recogen el agua de escorrentía de la calzada, del talud lateral y de aquellas áreas que vierten sobre la carretera, y que no son desaguadas por obras de drenaje transversal.

Estas nuevas cunetas se dispondrán de forma continua, desaguando a las obras de drenaje transversales existentes, a las obras de drenaje longitudinal no modificadas, o bien directamente al terreno.

El drenaje de la plataforma se realiza por escorrentía superficial, ya que el firme impide en gran manera la infiltración del agua a través del él hacia el terreno subyacente. Por tanto es el juego de pendientes y peraltes el que llevará a las cunetas laterales de pie de desmonte o al terreno natural a través del terraplén, la totalidad del agua que caiga sobre la carretera.

En aquellos tramos en los que sea necesario proteger los taludes de terraplén de las aguas provenientes de una ladera o con el fin de dar continuidad a una cuneta hasta su desagüe en la obra de drenaje más próxima, se dispondrán las cunetas a pie de terraplén.

La red de drenaje longitudinal está constituida por tanto por los siguientes elementos:

- Cunetas laterales en desmonte revestidas.
- Cunetas de pie de terraplén revestidas.
- Bordillos
- Pasacunetas.
- Bajantes
- ODTL o colectores transversales

3.1 Criterios de diseño

Las bases de diseño adoptadas para el diseño y cálculo hidráulico del drenaje longitudinal son:

- Caudal de desagüe: el de la máxima avenida previsible para un periodo de retorno de 25 años.
- Régimen Hidráulico uniforme.
- Revestimiento de todas las cunetas de desmonte proyectadas.
- Coeficiente de Manning: Como se trata de una zona donde se prevén importantes acarrees se toma 0,015 para todas las cunetas.
- Velocidades del agua: Inferior a 6,0 m/s en cunetas revestidas.
- Tipología: En general se proyectan cunetas revestidas.

Actualmente, en los viales que se van a modificar con las obras objeto de este proyecto, existen tanto cunetas revestidas como cunetas sin revestir. En general, las nuevas cunetas generadas por estas obras se ejecutarán revestidas.

Se han definido las siguientes tipologías de cunetas:

Cunetas de pie de desmonte revestidas. Tipo D-1

Se dispone una cuneta triangular revestida de hormigón en masa HM-20 (Tipo D-2), con un espesor de revestimiento de 10 cm, con una anchura total de 1,00 m (0,5+0,5), y profundidad máxima de 50 cm.

Cunetas de pie de desmonte revestidas. Tipo D-2:Seguridad

Se dispone una cuneta triangular revestida de hormigón en masa HM-20 (Tipo D-1), con un espesor de revestimiento de 10 cm, con una anchura total de 1,75 m (1,50 + 0,25), y profundidad máxima de 25 cm. Los taludes son del 6H:1V para el lado calzada, y del 1H:1V para el lado desmonte. Esta cuneta parte del borde superior de la berma o arcén.

Cunetas de pie de terraplén revestidas. Tipo T-1

Se dispone una cuneta trapezoidal revestida de hormigón en masa HM-20 (Tipo T-1), con un espesor de revestimiento de 10 cm, con una anchura total de 0,90 m (0,3+0,3+0,3), y profundidad máxima de 30 cm.

3.2 Cálculo hidráulico de las cunetas

3.2.1 Cálculo de los caudales de aportación

Se efectúa a continuación una estimación del caudal máximo que debe ser evacuado por las cunetas. Para ello, previamente se definen los tramos en los que se colocará cada tipo de cuneta, así como la pendiente longitudinal de la misma en el punto más bajo del tramo, ya que es éste el punto en el que el caudal transportado será mayor (al tener mayor superficie de aportación) y, por tanto, deberá ser éste el punto de cálculo de la capacidad de la cuneta.

Una vez definidos los tramos de cuneta, se procede a calcular los caudales de aportación de dichos tramos. La metodología para el cálculo de caudales para las obras de drenaje longitudinal es similar a la metodología para el cálculo de caudales de obras de drenaje transversal. En este segundo caso, las cuencas de aporte a la red de drenaje longitudinal se denominan en la Instrucción 5.2-IC como "Cuencas Secundarias". En el Apéndice I "Planos de cuencas de drenaje longitudinal" se incluyen estas cuencas secundarias.

Los datos a considerar para el cálculo de caudales de aportación son los siguientes:

- Precipitación máxima en 24 h para un período de retorno de 25 años: Según el Anejo de Climatología e Hidrología, para las cunetas ubicadas en el entorno del enlace 409, la estación pluviométrica de influencia es la de Balerna, que arroja un valor de Pd = 82,08 mm. En cambio, para las cunetas del entorno del enlace 411, la estación pluviométrica de influencia es la de La Mojonera, cuyo valor Pd=79,54 mm

Intensidad media diaria:

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

- I_d : Como se vio en el anejo de climatología, $I_d = 10$
- t_c : Tiempo de concentración: De acuerdo con las recomendaciones de la Instrucción 5.2-I.C. "Drenaje superficial", se debe determinar el tiempo de concentración, dividiendo el recorrido de la escorrentía en tramos de característica homogéneas inferiores a trescientos metros de longitud (300 m) y sumando los tiempos parciales obtenidos:
 - Flujo canalizado a través de cunetas u otros elementos de drenaje: se puede considerar régimen uniforme y aplicar la ecuación de Manning
 - Flujo difuso sobre el terreno:

$$t_{dif} = 2 * L_{dif}^{0,408} * n_{dif}^{0,312} * J_{dif}^{-0,209}$$

donde:

t_{dif} (minutos) = Tiempo de recorrido en flujo difuso sobre el terreno.

n_{dif} (adimensional) = Coeficiente de flujo difuso.

Cobertura del terreno		n_{dif}
Pavimentado o revestido		0,015
	Sin Vegetación	0,050
No pavimentado ni revestido	Con Vegetación escasa	0,120
	Con Vegetación media	0,320
	Con Vegetación densa	1,000

L_{dif} (m) = Longitud de recorrido en flujo difuso.

J_{dif} (adimensional) = Pendiente media

El valor del tiempo de concentración t_c , a considerar se obtiene

t_{dif} (minutos)	t_c (minutos)
≤ 5	5
$5 \leq t_{dif} \leq 40$	t_{dif}
> 40	40

- Superficie de la cuenca considerada: Se ha estimado que la superficie que vierte sus aguas directamente sobre el tramo de cuneta considerado se limita a una banda de terreno cuya anchura dependerá de la constitución de su superficie de captación, así:
 - Cunetas de desmonte
 - calzada (dependiendo del peralte).
 - Talud de desmonte.
 - Cunetas de pie de terraplén
 - calzada (dependiendo del peralte).
 - Talud de terraplén.
 - Terreno próximo.
- Coeficiente de escorrentía:

El coeficiente de escorrentía lo obtendremos según el tipo de terreno que compone la cuenca.

El máximo caudal que deberá ser capaz de transportar la cuneta será:

$$Q = \frac{C * I * A}{3,6}$$

3.2.2 Comprobación Hidráulica de las cunetas

Se determina a continuación el caudal máximo que son capaces de transportar los tramos de cunetas proyectadas para las diferentes pendientes.

El cálculo se realiza en régimen uniforme por aplicación de la fórmula de Manning, es decir:

$$V = \frac{1}{n} \cdot J^{\frac{1}{2}} \cdot R_h^{\frac{2}{3}}$$

$$Q = V \cdot S$$

Siendo:

N: Coeficiente de rugosidad de Manning.

J: Pendiente longitudinal.

R_H : Radio hidráulico de la sección mojada.

V: Velocidad media, en m/s.

Q: Caudal máximo, en m³/s.

A partir de esta expresión, y dejando un resguardo de cinco centímetros, obtenemos la capacidad de desagüe de cada una de las cunetas proyectadas (máximo caudal transportable $Q_{máx}$) y se comprueba que, en cada tramo, éste sea mayor que el caudal de cálculo de la cuneta (Q_d).

En el Apéndice III "Cálculo Hidráulico de las Obras de Drenaje Longitudinal" se incluyen las tablas de comprobación de todas las cunetas proyectadas.

3.3 Cálculo hidráulico de las ODTL

Para dar continuidad a las aguas recogidas en el drenaje longitudinal de la plataforma y sus márgenes, se disponen de obras de drenaje transversal consistentes en pequeños caños o colectores transversales.

Para el caso del enlace 411, ha sido necesario implantar un total de seis (6) obras de drenaje transversal para dar continuidad al drenaje longitudinal.

Se trata de caños de hormigón armado formados por tubos de entre 0,5 m a 1,20 m.

Los criterios de diseño de estas obras son similares a los utilizados en las obras de drenaje transversal, es decir, se utilizará la fórmula de Manning, con coeficientes de rugosidad de 0,015 para el caso de hormigón, mientras que los caudales se obtendrán del cálculo de las cunetas para un periodo de retorno de 25 años.

En el Apéndice III "Cálculo Hidráulico de las Obras de Drenaje Longitudinal" se incluyen las tablas de comprobación de todas las nuevas ODTL proyectadas.

3.4 Cálculo mecánicos

Se ha realizado la comprobación de resistencia mecánica de cada una de las conducciones proyectadas en base a las características de su instalación y sollicitaciones por tráfico, obteniéndose los siguientes resultados:

ENLACE 409							
OBRA DE DRENAJE	MATERIAL	DIÁMETRO (mm)	INSTALACIÓN	ESPESOR (mm)	ALTURA DE TIERRAS		CLASE DE TUBO
					Hmax (m)	Hmin (m)	
ODT 407+870	Acero	1800	Terraplén	6	3,71	3,05	---
ODT 408+045	H.A.	1200	Terraplén	125	5,76	0,51	CLASE 180
ODT 408+055	H.A.	600	Terraplén	75	1,36	1,36	CLASE 90
ODT 408+345	H.A.	1200	Terraplén	125	3,39	2,81	CLASE 90
ODTL1 408+405	H.A.	600	Zanja terraplenada con tubería embebida en hormigón	75	1,92	--	CLASE 90
ODTL2 408+865	H.A.	400	Terraplén	59	2,53	1,02	CLASE 90
ODT 409+003	PVC	400	Zanja terraplenada con tubería embebida en hormigón	10	0,64	0,23	SN-4 + EMBEBIDO EN HORMIGÓN
ODT 409+410	Acero	1800	Terraplén	6	3,01	--	---

ENLACE 411							
OBRA DE DRENAJE	MATERIAL	DIÁMETRO (mm)	INSTALACIÓN	ESPESOR (mm)	ALTURA DE TIERRAS		CLASE DE TUBO
					Hmax (m)	Hmin (m)	
ODTL1 411+530	H.A.	500	Terraplén	67	0,64	0,54	CLASE 60
ODTL2 411+485	H.A.	600	Zanja terraplenada	75	0,48	0,25	CLASE 60
ODTL3 411+485	H.A.	600	Zanja terraplenada	75	1,12	0,50	CLASE 60
ODTL4 411+490	PVC	630	Zanja terraplenada con tubería embebida en hormigón	15	1,05	0,41	SN-4 + EMBEBIDO EN HORMIGÓN
ODTL5 411+490	H.A.	600	Zanja terraplenada	75	0,81	0,41	CLASE 60
ODTL6 411+650	H.A.	1200	Zanja terraplenada	125	1,37	0,91	CLASE 60
ODT1 411+760	Acero	1800	Zanja terraplenada con tubería embebida en hormigón	6	3,30	---	---
ODT1 411+935	Acero	1800	Zanja terraplenada con tubería embebida en hormigón	6	2,09	---	---

En el Apéndice IV se detallan los informes de cálculo realizados para para cada una de las tuberías.

4. DRENAJE DE LAS CAPAS DE FIRME

4.1 Introducción.

En este apartado se va a tratar el drenaje de las capas de firme, es decir, el motivado por el agua que penetra a través de la superficie de la plataforma, especialmente a través de las juntas o grietas existentes en el pavimento (ya que éste se puede considerar prácticamente impermeable), y se mueve por las capas de firme por efecto de la gravedad.

En el diseño de este drenaje se han partido de los siguientes criterios básicos:

- Se ha de tratado de evitar la penetración de agua superficial por infiltración a través de la calzada, bermas, mediana y otros elementos singulares para impedir que aumente la humedad de las capas del firme y de la explanada. Para ello se ha propuesto un tratamiento correcto de medianas y bermas al objeto de impedir la infiltración de agua por ellos.
- Como no es posible impedir la entrada se facilitará la evacuación del agua que se haya podido infiltrar.

Por tanto se va a tratar de describir la metodología seguida para el diseño de este drenaje partiendo de esas dos premisas: medios para evitar y medios para evacuar las posibles filtraciones. Para ello se seguirán "Las Recomendaciones para el Proyecto y Construcción del Drenaje Subterráneo en Obras de Carreteras".

4.2 Medios para evitar la infiltración de las aguas.

Se diferencia entre calzada y arcenes, berma y mediana tal y como se desarrolla a continuación.

4.2.1 Infiltración a través del pavimento de la calzada y arcenes.

Siempre que el firme de la calzada y arcenes sea ejecutado conforme y cumpliendo los criterios de la normativa correspondiente (en particular la Norma 6.1-IC Secciones de firme. Orden FOM/3460/2003 de 28 de noviembre) el pavimento se puede considerar esencialmente impermeable sin ser necesario ninguna medida adicional para este drenaje subterráneo.

Por tanto las aguas de lluvia que caigan sobre el pavimento escurrirán según la línea de máxima pendiente en cada punto. Su evacuación quedará garantizada cuando además se cumplan las prescripciones sobre pendiente longitudinal y transversal, establecidas en la norma 3.1-IC Trazado y 5.2 IC Drenaje Superficial.

4.2.2 Infiltración a través de las bermas y otras superficies comprendidas entre plataformas y taludes de las excavaciones.

Las bermas sin revestir y demás superficies comprendidas entre la plataforma y los taludes de las explanaciones pueden constituir una vía de infiltración.

Por ello con objeto de procurar su impermeabilización se asegura en estas zonas un espesor mínimo de 20 cm de suelos cuyo cernido o material que pasa por tamiz 0,080 UNE sea superior al 25% en peso, bien de tipo tolerable, adecuado o seleccionado. A este material se le denominará relleno para impermeabilización de bermas.

4.2.3 Infiltración a través de la mediana.

Al igual que las bermas la mediana constituye otra importante vía de infiltración a las capas de firme y explanada.

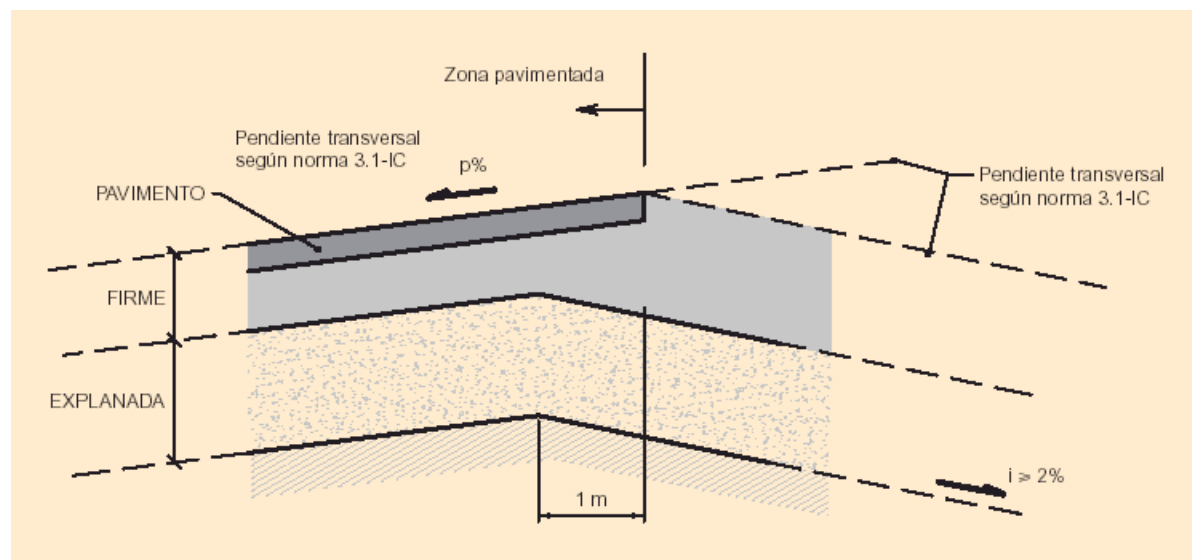
Respecto a las características de los suelos y sus requisitos de puesta en obra se seguirán los mismos criterios que los especificados para el material de rellenos de bermas.

Por lo demás se estará en lo prescrito en la instrucción de Drenaje Superficial 5.2-IC.

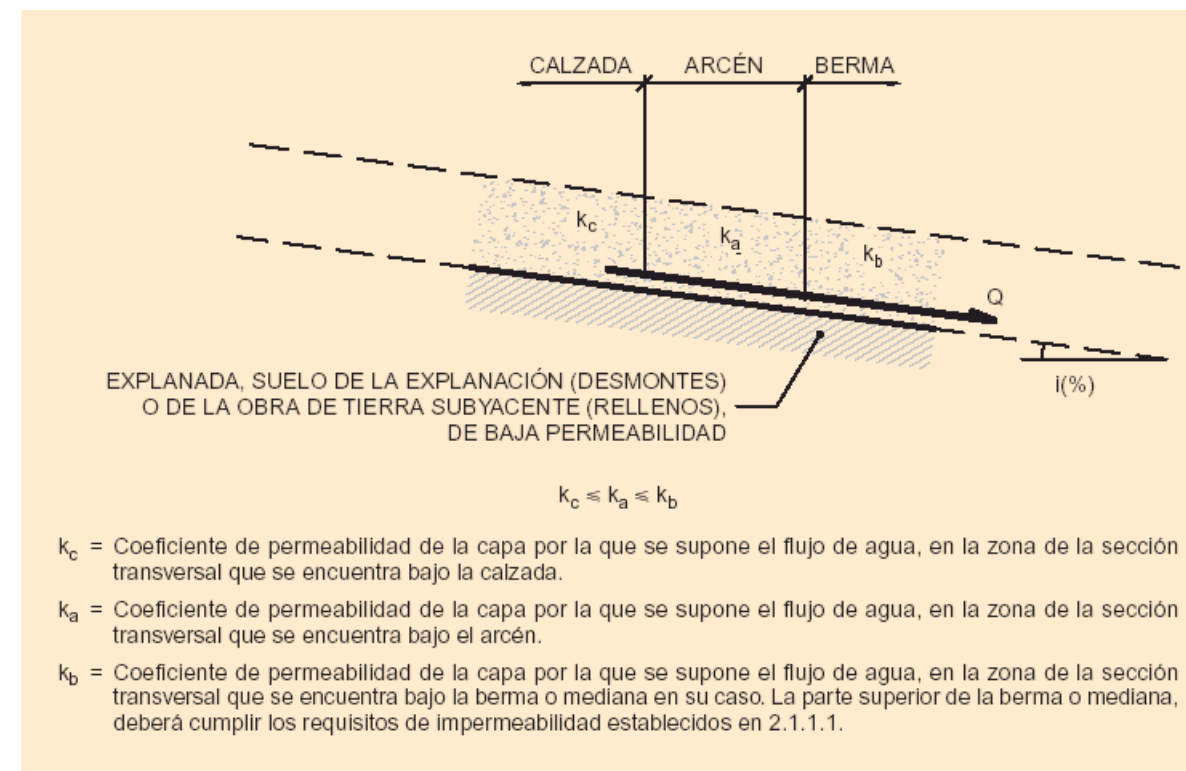
4.3 Medidas para favorecer el flujo lateral de salida.

Para favorecer la salida de las aguas se dispone una pendiente transversal mínima de la capa de baja permeabilidad (suelo estabilizado in situ) de al menos el 2%, una vez terminada y refinada.

Asimismo, para que el agua infiltrada por el borde alto en las secciones peraltadas no penetre bajo la calzada, a la explanada se le dota de una contrapendiente transversal mínima hacia el exterior de la plataforma del dos por ciento (2%), iniciada un metro (1 m) hacia el interior del borde del pavimento. Esta prescripción será igualmente aplicable en el margen de la mediana.



Por otro lado, para permitir el flujo subhorizontal de las aguas infiltradas según el recorrido previsto para el caso F de proyecto sin que se produzcan acumulaciones, se ha previsto en todo momento que los materiales atravesados tienen coeficientes de permeabilidad iguales o crecientes en la dirección del flujo.



Para la consecución de este fin se ha considerado que las capas inferiores del firme utilizadas en la norma 6.1-IC "Secciones de firme", pueden ordenarse en sentido decreciente de su coeficiente de permeabilidad de acuerdo con la siguiente relación:

- Zahorra artificial drenante
- Zahorra artificial
- Materiales tratados con cemento

Es decir, $K_{ZAD} > k_{ZA} > K_{SC}$.

En base a este criterio se ha considerado la disposición de zahorra artificial drenante en la base granular de los arcenes, y zahorra artificial normal en la zona de los carriles de las calzadas.

4.4 Evacuación de las aguas infiltradas. Caracterización de la explanada.

La evacuación de las aguas infiltradas se debe garantizar mediante el drenaje vertical hacia capas inferiores, y subhorizontalmente hacia los espaldones, vertido directo a cuneta, o hacia los drenes proyectados, en su caso.

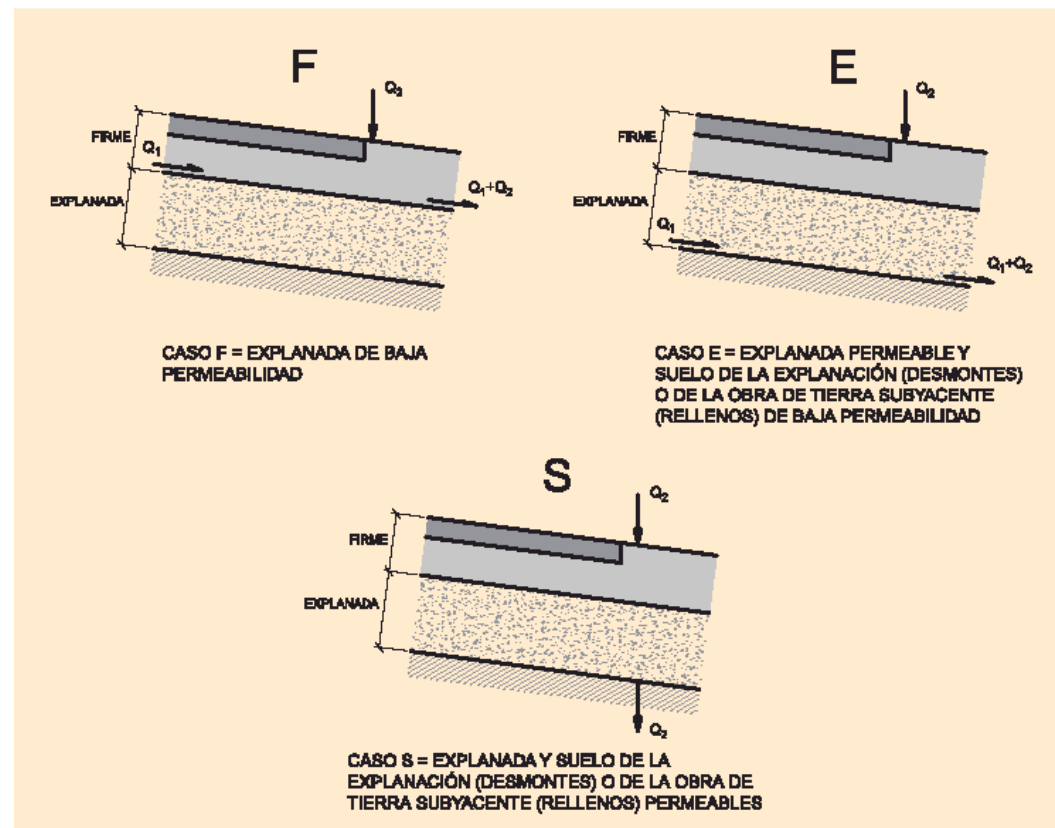
Con este planteamiento básico se establece el recorrido de las aguas infiltradas dependiendo de la capa por la que predominantemente circulen, y para cada una de las secciones transversales tipo que constituyen el presente proyecto.

En este sentido "Las Recomendaciones para el Proyecto y Construcción del Drenaje Subterráneo en Obras de Carreteras". determinan tres casos, que se denominan por la inicial del nombre de la capa o conjunto de capas por la que discurren principalmente estas aguas:

F: Explanada de baja permeabilidad: el agua infiltrada circula subhorizontalmente – según la línea de máxima pendiente – tanto por el firme (F), a través de las interfaces entre sus capas, como fundamentalmente por la superficie de contacto entre éste y la explanada.

E: Explanada permeable y suelo de la explanación (desmonte) o de la obra de tierra subyacente (rellenos) de baja permeabilidad: el agua infiltrada circula subhorizontalmente – según la línea de máxima pendiente – por la explanada (E), fundamentalmente por la superficie de contacto con el suelo de la explanación u obra de tierra subyacente.

S: Explanada permeable y suelo (S) de la explanación (desmonte) o de la obra de tierra subyacente (rellenos) permeable: el agua infiltrada circula verticalmente, atravesando la explanada y suelos subyacentes hasta que se encuentre algún material más impermeable.



Para el caso particular de las secciones de firme incluidas en el presente proyecto, cuya explanada en todos los casos estará constituida por una capa de 30 cm de suelo estabilizado “in situ” con cemento (tipo S-EST3), sobre otra capa de 30 cm de suelo estabilizado “in situ” (tipo S-EST1), según las citadas Recomendaciones el recorrido de las aguas infiltradas se ajustará al **caso F** descrito anteriormente.

4.5 Ubicación y tipos de drenes para la evacuación de las aguas infiltradas.

Para la recogida de las aguas infiltradas se han considerado drenes del tipo zanjas drenantes, compuestas por material drenante en cuyo interior se dispone de un alma drenante, y en

el fondo de la zanja una tubería drenante. Toda la zanja se envuelve en geotextil para evitar su contaminación con el material adyacente.

La ubicación de los drenes se dispone, exclusivamente, bajo las cunetas del tipo D-2 definidas en apartados anteriores.

4.6 Detalles de drenaje para las secciones transversales tipo

El análisis del funcionamiento del drenaje conforme a lo especificado en los apartados anteriores, en cuanto al recorrido de las aguas infiltradas y la ubicación y tipologías de los drenes adoptados, permite el establecimiento de los detalles de drenaje de todas las secciones transversales tipo.

Con estos detalles se procura evitar la infiltración y favorecer la salida de las aguas de la sección transversal.

La relación de detalles considerados no resulta de aplicación para los casos de secciones transversales de ramales con calzadas a distinto nivel, ni ramales soportados por muros de contención.

Una vez determinada el tipo de explanada y analizadas las diferentes secciones transversales tipo, las soluciones para cada tipo de sección, relleno (R), o desmonte (D), según si tienen la pendiente transversal de la calzada a favor (1) o en contra (0), son las siguientes:

Relleno (R)	Desmonte (D)	
Pendiente transversal de la calzada a favor FR11	Pendiente transversal de la calzada a favor	Dren profundo bajo capa de firme FD12
		Vertido directo a cuneta FD14
Contrapendiente FR01	Contrapendiente	Dren profundo bajo capa de firme FD02
		Vertido directo a cuneta FD04

En los planos 2.7.1. y 2.7.2 del Documento N° 2. Planos, se incluyen los detalles de estas disposiciones.

4.7 Cálculo hidráulico de las tuberías drenantes.

Las tuberías drenantes empleadas en las zanjas drenantes se diseñan para el desagüe de las aguas de infiltración provenientes fundamentalmente de las bermas, por lo que no se prevé su aprovechamiento para el rebajamiento de niveles freáticos.

En este sentido, para los casos en que la tubería drenante se sitúe por encima del nivel freático, el caudal unitario q [$l/(m^2 \cdot s)$], se elige según el estado de impermeabilidad superficial, incluido en la tabla 2.2 de las citadas Recomendaciones:

Estado de impermeabilidad superficial	Alto	Medio	Bajo
Caudal unitario, q [$l/(m^2 \cdot s)$]	10^{-5}	10^{-4}	10^{-2}

Para los cálculos se ha tomado un valor del caudal unitario q de $10^{-3} l/(m^2 \cdot s)$, correspondiente a un estado de impermeabilidad medio - bajo, quedando así del lado de la seguridad.

La determinación del caudal de cálculo Q_L se obtiene mediante la siguiente expresión:

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

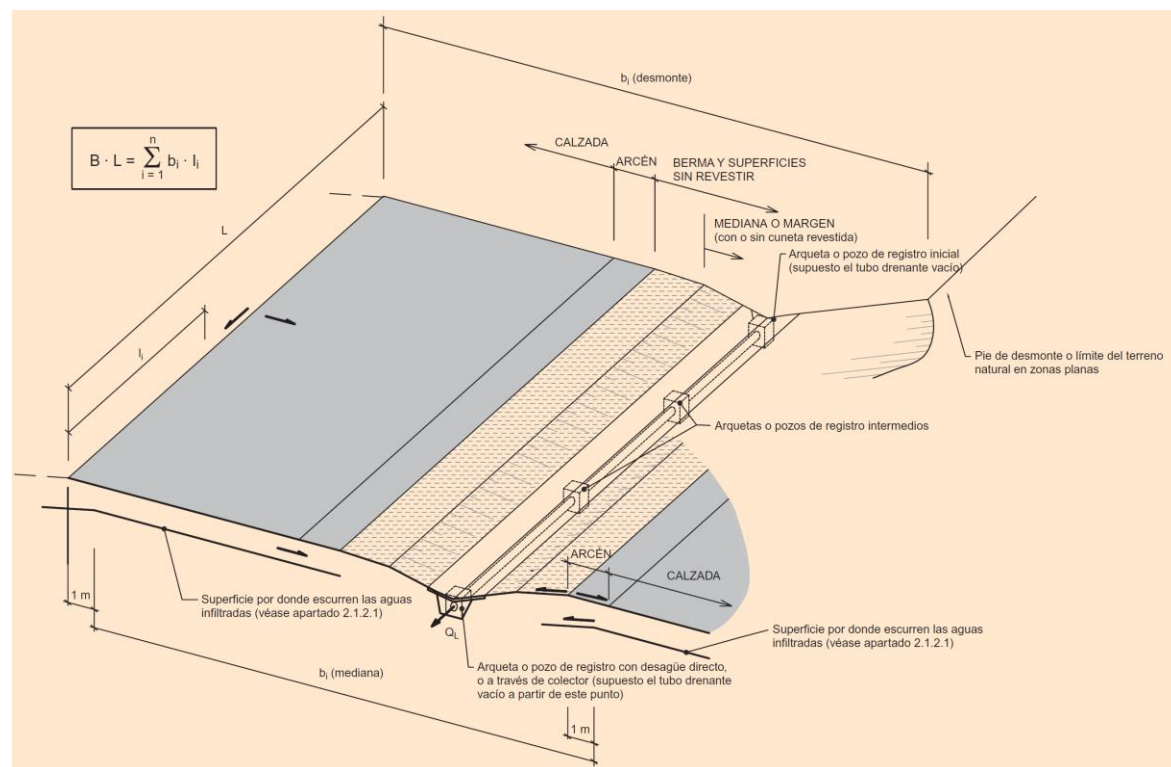
donde:

Q_L = Caudal de cálculo de la tubería drenante

q = Caudal unitario de infiltración

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

B = Anchura de cálculo. Esta anchura B será suma de la parte de la calzada que aporte. Para los casos de tubería drenante en desmonte se tendrán en cuenta las secciones tipo en desmonte.



Cálculo del caudal a aportar

Dren de la cuneta de desmonte (curva con peralte a favor):

Nos encontramos una superficie total formada por 12,25 m (7,00 m calzada + 2,50 m arcén + 1,00 m berma + 1,75 m cuneta desmonte):

Por tanto, la infiltración por unidad de longitud que recogerá el dren de desmonte con peralte a favor será:

$$Q = q \cdot B \cdot L = 10^{-3} \cdot 12,50 \cdot 1,00 = 0,0125 l/s$$

El material del tubo dren será PVC para el que se adoptan los siguientes parámetros :

n Manning = 0,02

Posición	P.K. Inicial	P.K. Final	LONGITUD (m)	PENDIENTE (m/m)	CAUDAL (l/s)	D teórico (mm)	D comercial (mm)	VELOCIDAD (m/s)	OBSERVACIONES
ENLACE 409									
Ramal El Ejido	0+000	0+560	560	0,007	7,00	138,70	200	0,534	Desagua exterior
ENLACE 411									
Crtra Mojenera-Glorieta Norte	0+060	0+154	94	0,007	1,18	70,50	200	0,322	Desagua ODTL 411+505

4.8 Ubicación y tipos de drenes para la evacuación de las aguas infiltradas.

Para la recogida de las aguas infiltradas se han considerado drenes del tipo zanjas drenantes, compuestas por material drenante en cuyo interior se dispone de un alma drenante, y en el fondo de la zanja una tubería drenante. Toda la zanja se envuelve en geotextil para evitar su contaminación con el material adyacente.

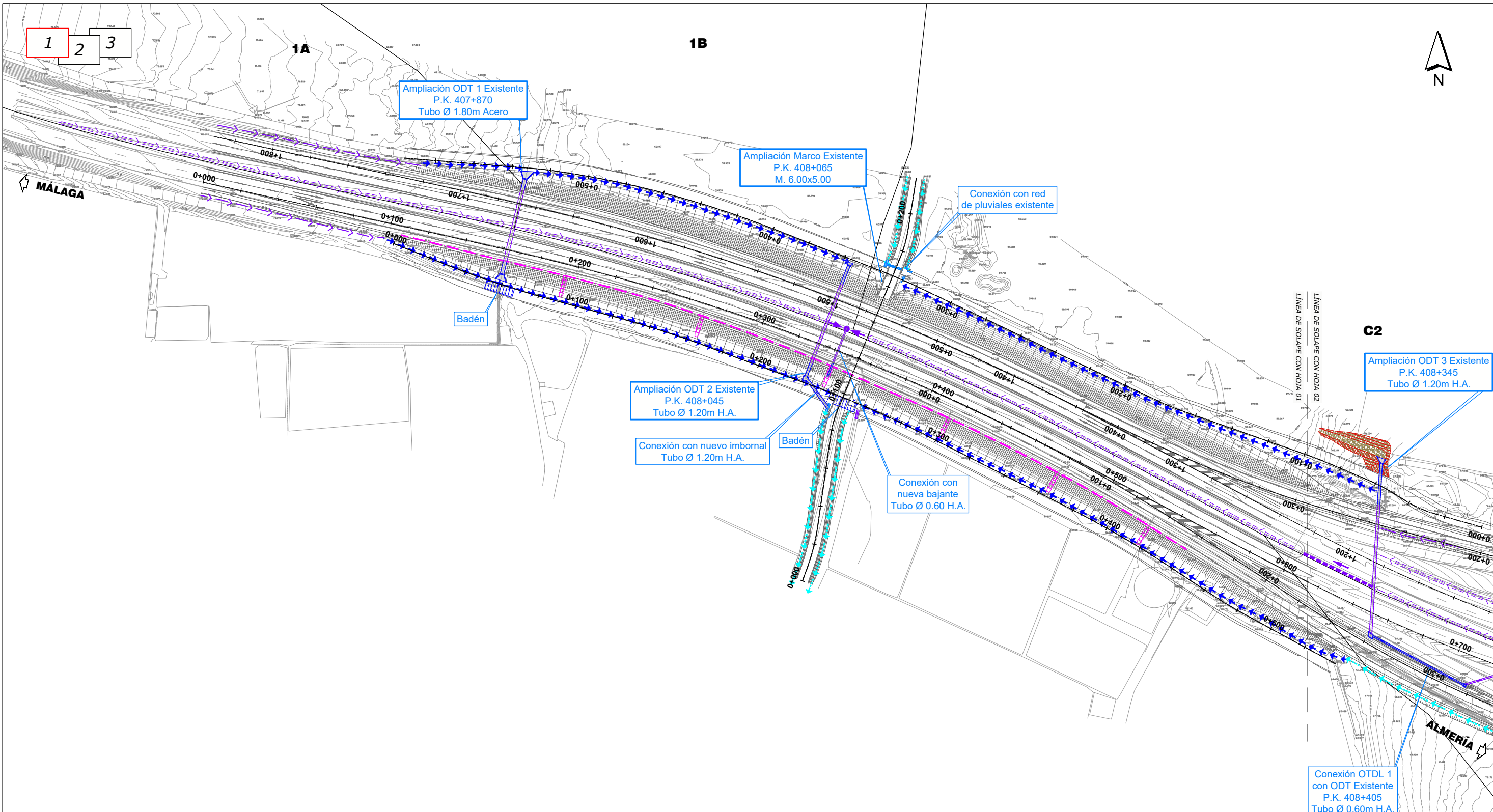
La ubicación de los drenes se disponen en los márgenes en desmonte bajo la berma y bajo la cuneta.

El diámetro adoptado tras realizar los cálculos es de 200 mm.

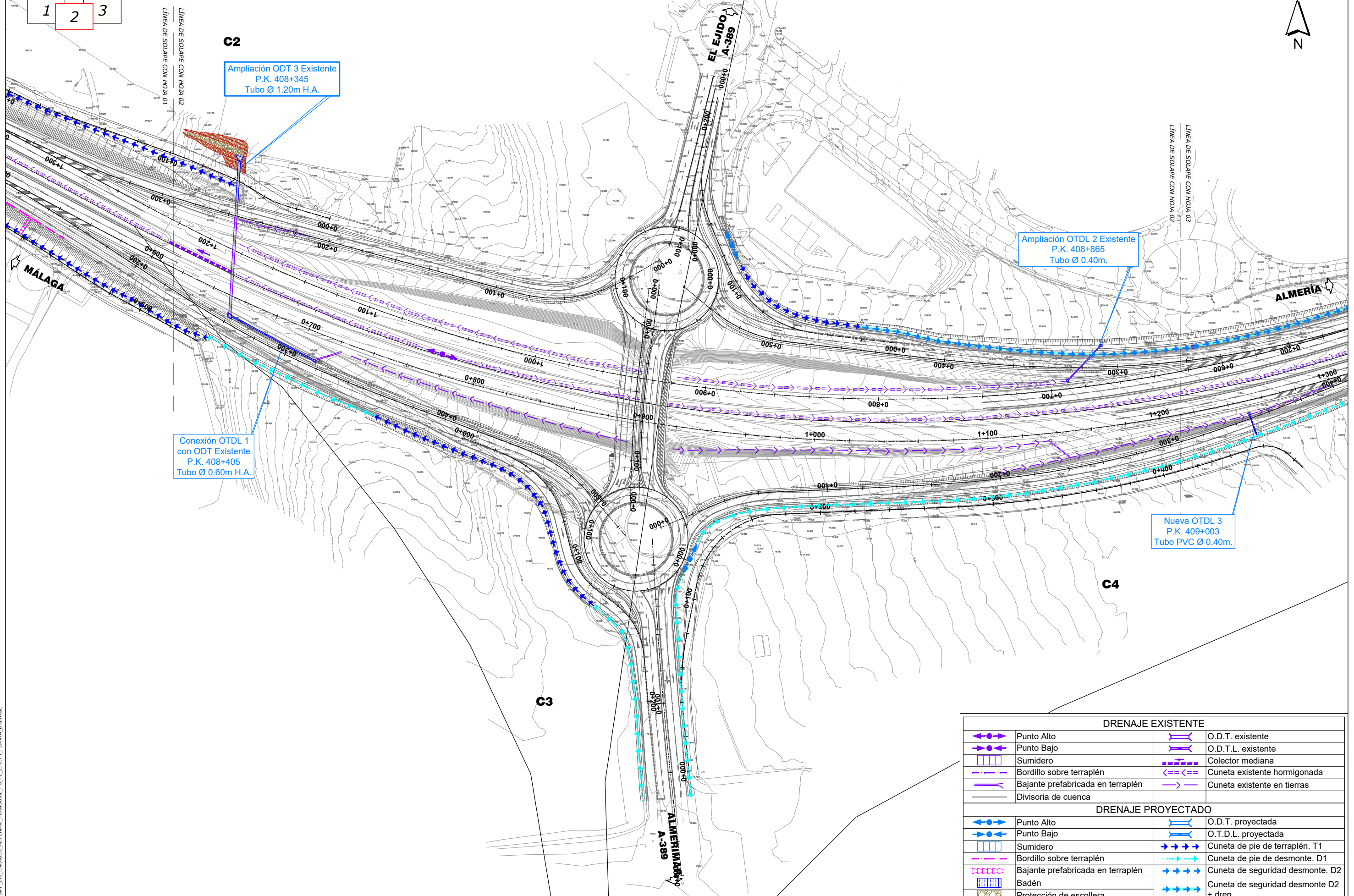
4.9 Solución adoptada

A la vista de todo lo expuesto anteriormente, se dispondrán drenes de 200 mm de diámetro bajo la mediana y en desmonte bajo las capas del firme, cuya misión será la de evacuar el agua infiltrada en las capas del firme, tal y como se ha comentado.

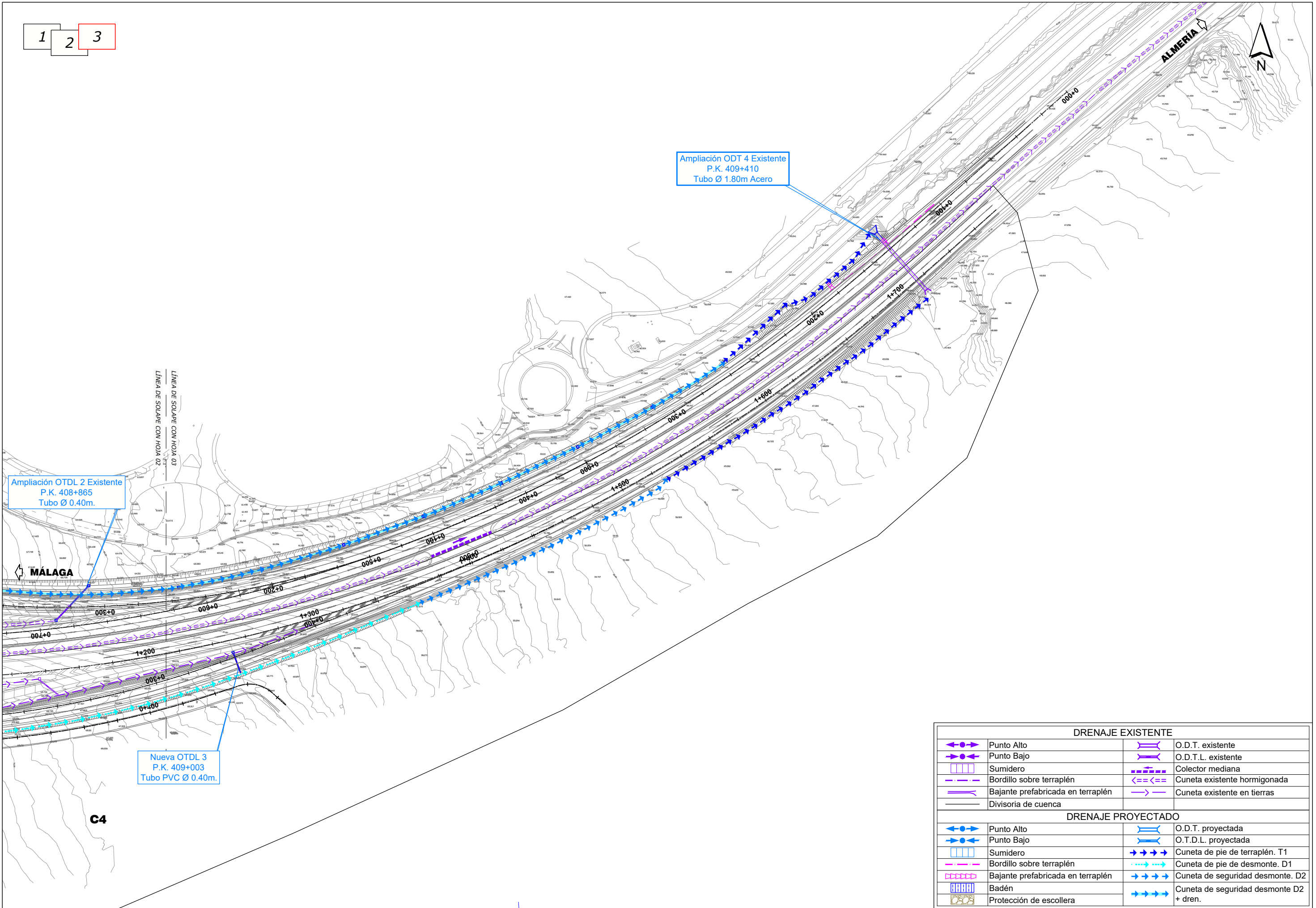
APÉNDICE I. PLANOS DE CUENCAS DE DRENAJE LONGITUDINAL



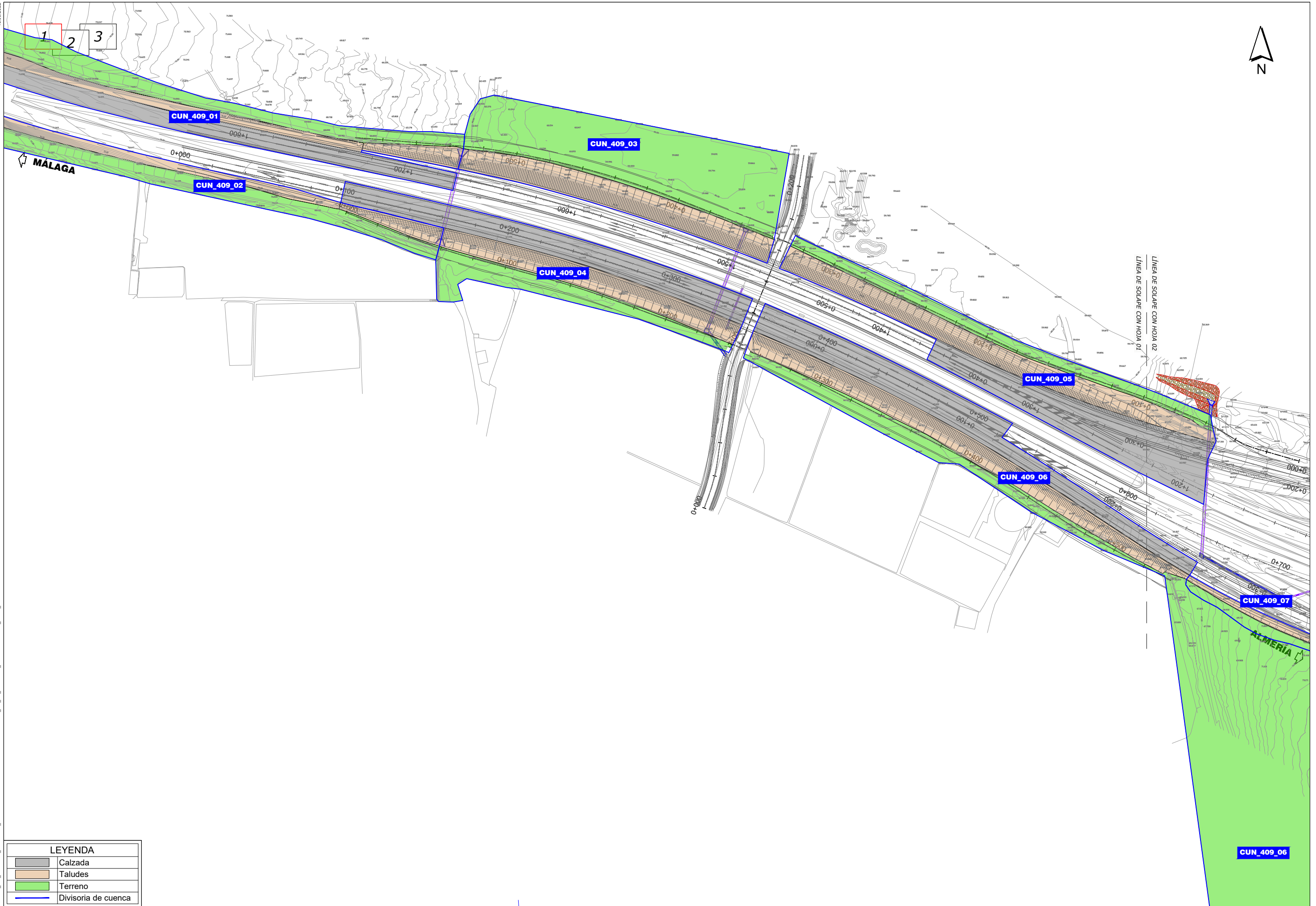
DRENAJE EXISTENTE			
	Punto Alto		O.D.T. existente
	Punto Bajo		O.D.T.L. existente
	Sumidero		Colector mediana
	Bordillo sobre terraplén		Cuneta existente hormigonada
	Bajante prefabricada en terraplén		Cuneta existente en tierras
	Divisoria de cuenca		
DRENAJE PROYECTADO			
	Punto Alto		O.D.T. proyectada
	Punto Bajo		O.D.T.L. proyectada
	Sumidero		Cuneta de pie de terraplén. T1
	Bordillo sobre terraplén		Cuneta de pie de desmonte. D1
	Bajante prefabricada en terraplén		Cuneta de seguridad desmonte. D2
	Badén		Cuneta de seguridad desmonte D2 + dren.
	Protección de escollera		



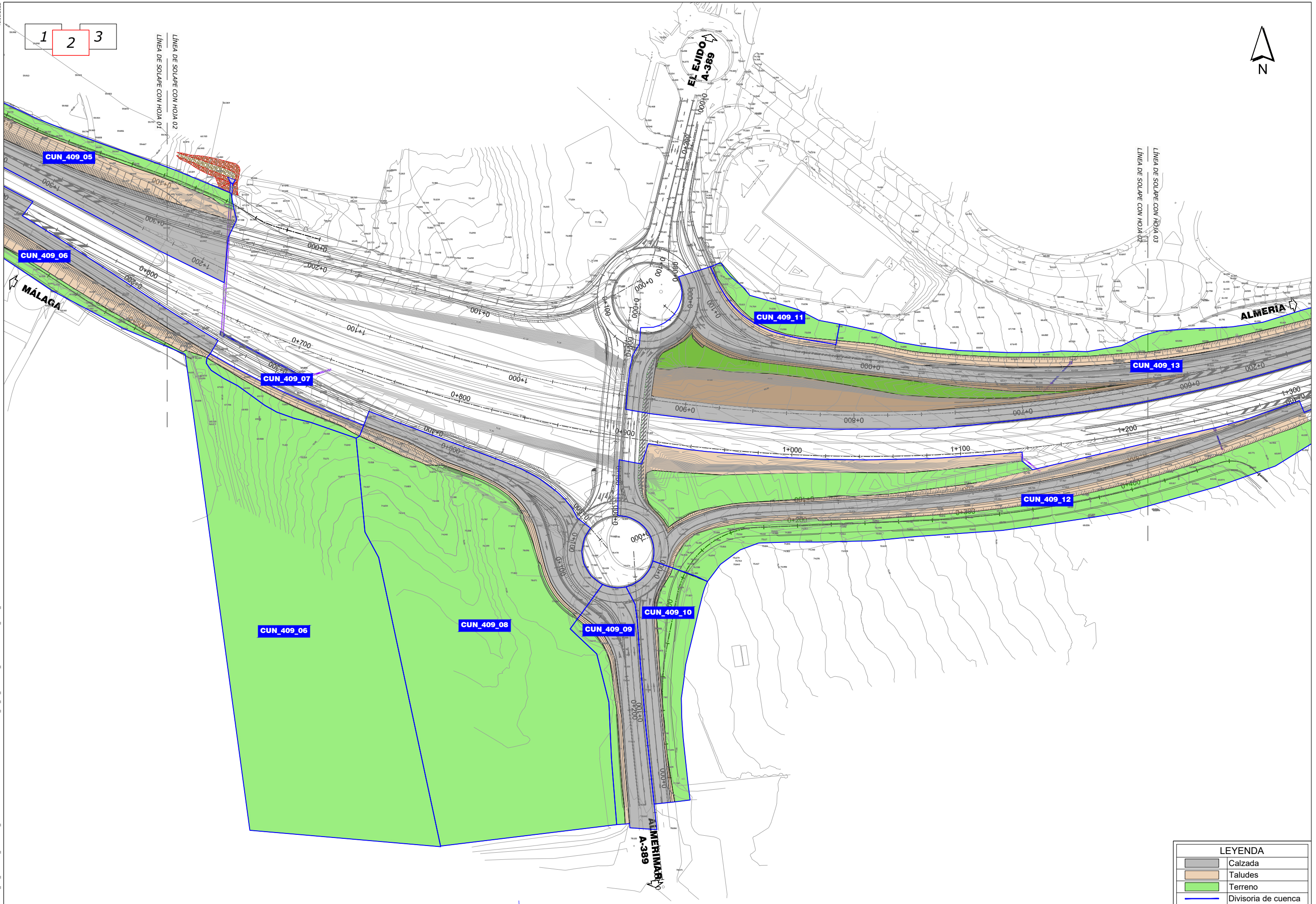
DRENAJE EXISTENTE			
	Punto Alto		O.D.T. existente
	Punto Bajo		O.D.T.L. existente
	Sumidero		Colector mediana
	Bordillo sobre terraplén		Cuneta existente hormigonada
	Bajante prefabricada en terraplén		Cuneta existente en tierras
	Divisoria de cuneta		
DRENAJE PROYECTADO			
	Punto Alto		O.D.T. proyectada
	Punto Bajo		O.D.T.L. proyectada
	Sumidero		Cuneta de pie de terraplén. T1
	Bordillo sobre terraplén		Cuneta de pie de desmonte. D1
	Bajante prefabricada en terraplén		Cuneta de seguridad desmonte. D2
	Badén		Cuneta de seguridad desmonte D2 + dren.
	Protección de escollera		



DRENAJE EXISTENTE			
	Punto Alto		O.D.T. existente
	Punto Bajo		O.T.D.L. existente
	Sumidero		Colector mediana
	Bordillo sobre terraplén		Cuneta existente hormigonada
	Bajante prefabricada en terraplén		Cuneta existente en tierras
	Divisoria de cuneta		
DRENAJE PROYECTADO			
	Punto Alto		O.D.T. proyectada
	Punto Bajo		O.T.D.L. proyectada
	Sumidero		Cuneta de pie de terraplén. T1
	Bordillo sobre terraplén		Cuneta de pie de desmonte. D1
	Bajante prefabricada en terraplén		Cuneta de seguridad desmonte. D2
	Badén		Cuneta de seguridad desmonte D2 + dren.
	Protección de escollera		



LEYENDA	
	Calzada
	Taludes
	Terreno
	Divisoria de cuenca



1 2 3

LÍNEA DE SOLAPE CON HOJA 02
LÍNEA DE SOLAPE CON HOJA 01

LÍNEA DE SOLAPE CON HOJA 03
LÍNEA DE SOLAPE CON HOJA 02

LEYENDA	
	Calzada
	Taludes
	Terreno
	Divisoria de cuenca

GOBIERNO DE ESPAÑA
MINISTERIO DE TRANSPORTES, MOVILIDAD Y AGENDA URBANA

SECRETARÍA DE ESTADO DE TRANSPORTES, MOVILIDAD Y AGENDA URBANA
SECRETARÍA GENERAL DE INFRAESTRUCTURAS
DIRECCIÓN GENERAL DE CARRETERAS
DEMARCAIÓN DE CARRETERAS DEL ESTADO EN ANDALUCÍA ORIENTAL

CONSULTOR:

INGENIERO AUTOR DEL PROYECTO:
Dña. MERCEDES SÁNCHEZ MELLADO

INGENIERO DIRECTOR DEL PROYECTO:
D. OSCAR FRANCISCO ALBARRACIN RUIZ

ESCALAS:
1:1.000
0 20 40m
EN ORIGINAL LINE A-1

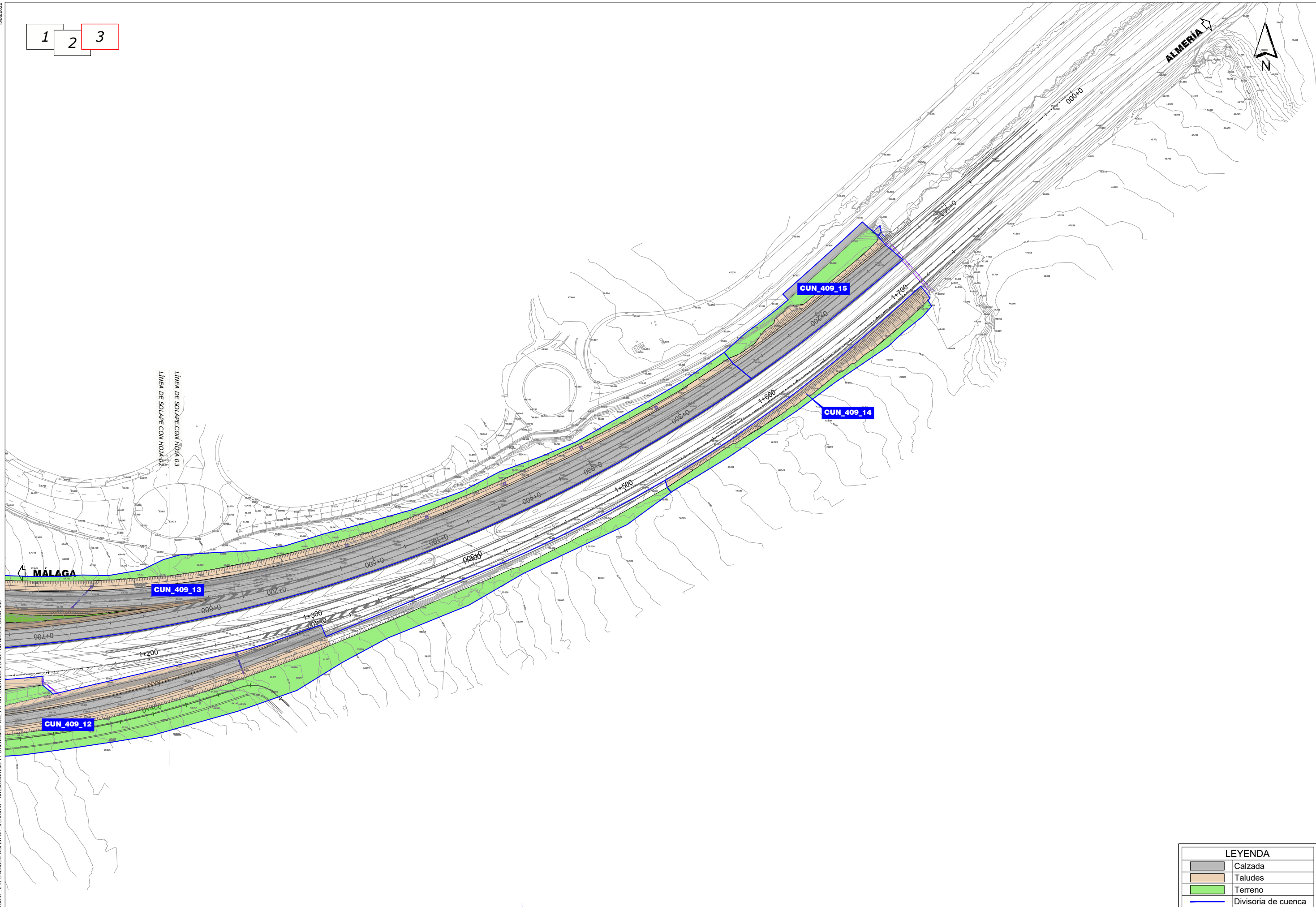
TÍTULO DEL PROYECTO:
PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN: MEJORA DE LOS ENLACES 409 Y 411 DE LA AUTOVÍA A-7 DEL MEDITERRÁNEO. PROVINCIA DE ALMERÍA.

CLAVE:
15-AL-3700

Nº PLANO:
AN11 - Apl

DESIGNACIÓN:
ENLACE 409
CUENCAS LONGITUDINALES
USOS DEL SUELO

FECHA:
JUNIO 2022
HOJA 5 DE 12

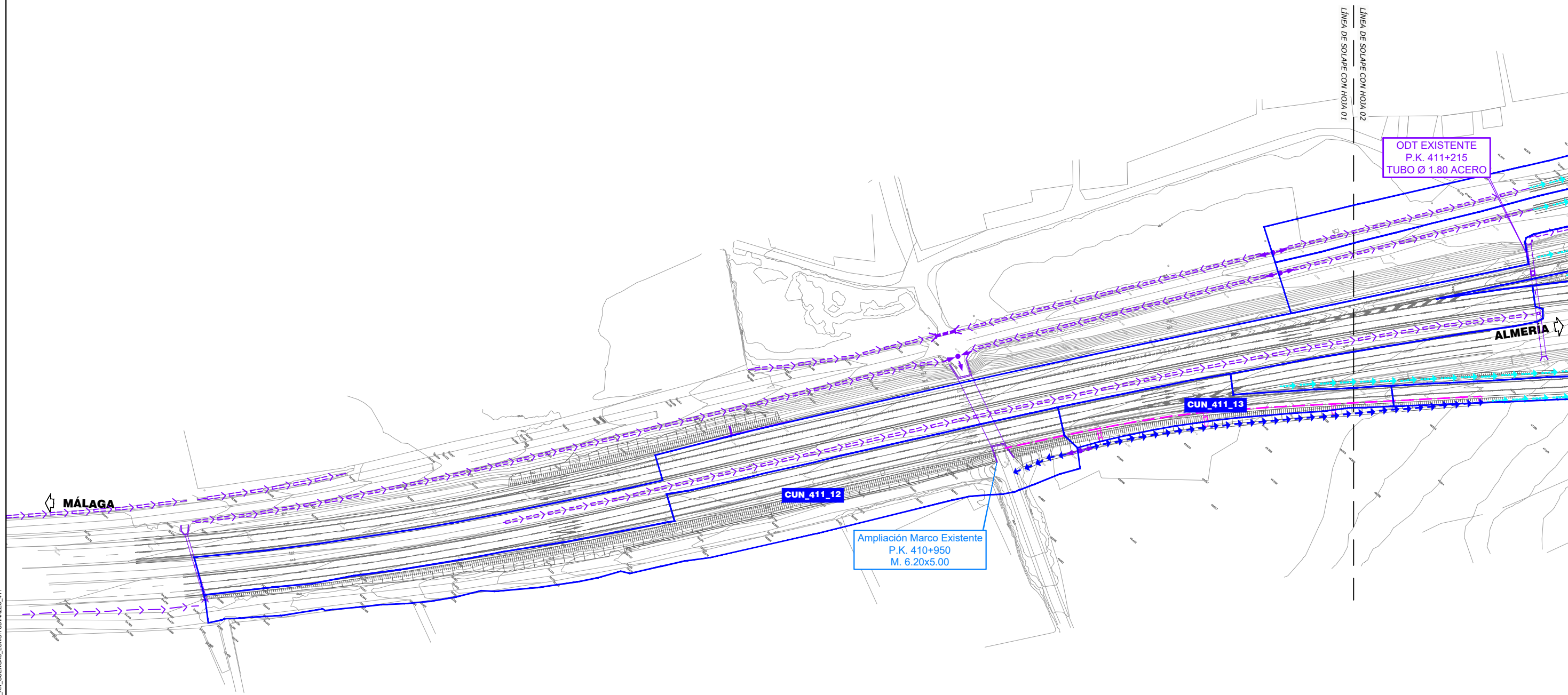


LÍNEA DE SOLAPE CON HOJA 03
LÍNEA DE SOLAPE CON HOJA 04

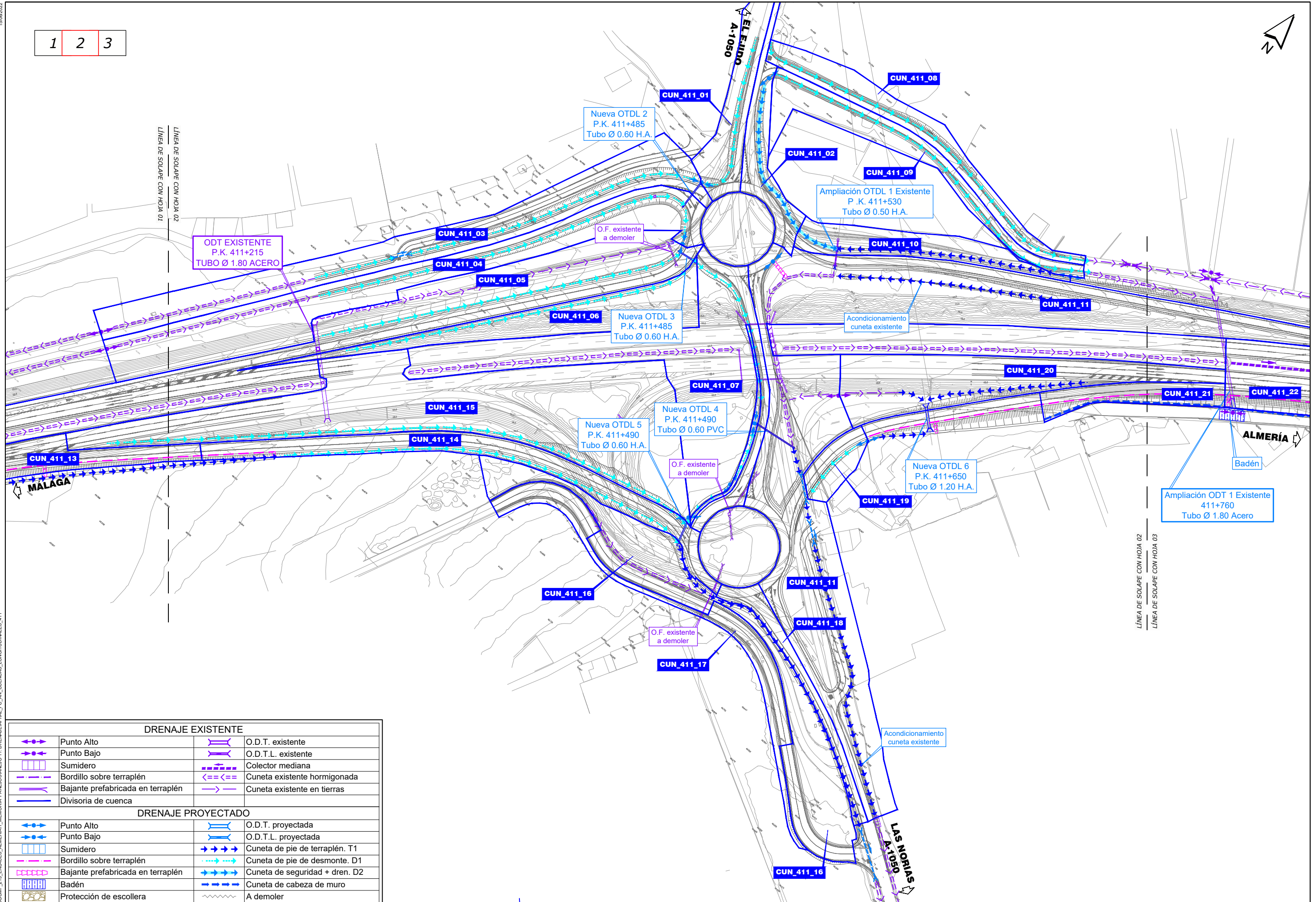
LEYENDA	
	Calzada
	Taludes
	Terreno
	Divisoria de cuenca

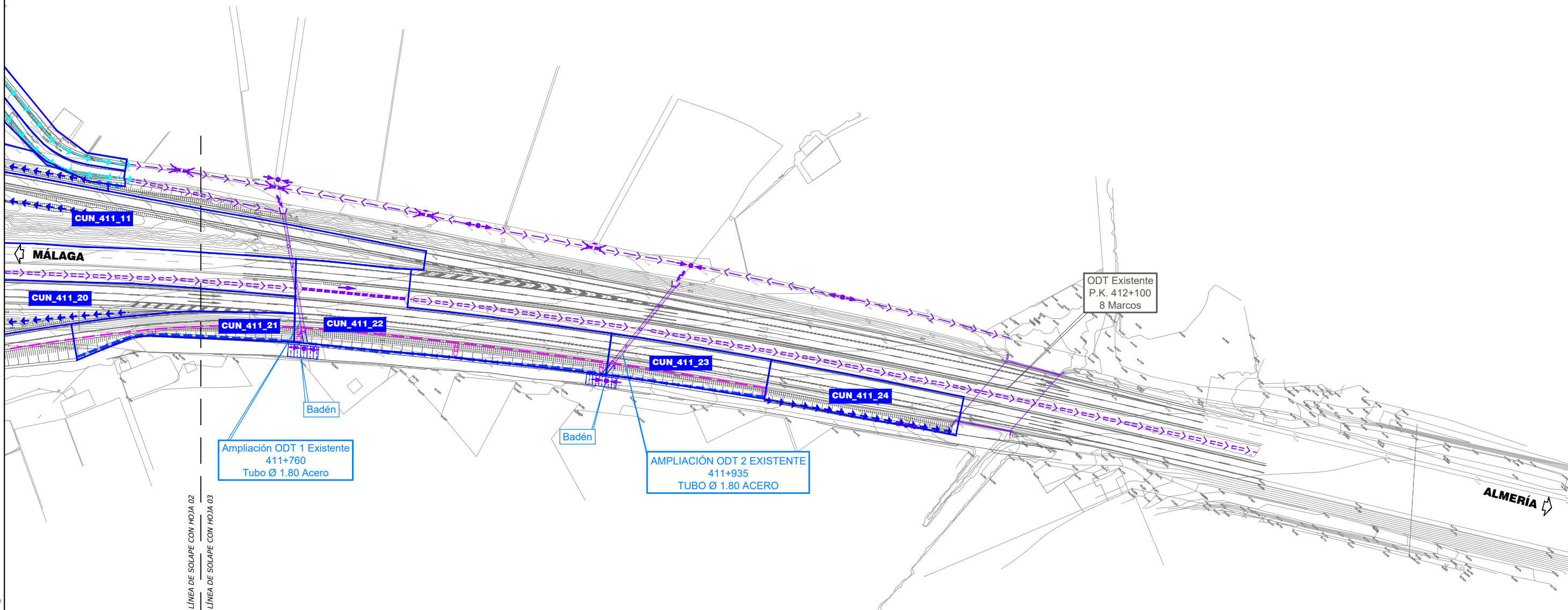
Y:\02_PCARRETERAS\213_ENLACES_ALMERIA\L_MEMORIA Y ANEXOS\ANEXO 11_DRENAMIENTO\PC_AN_EXCENAS LONGITUDINALES_USOS_409

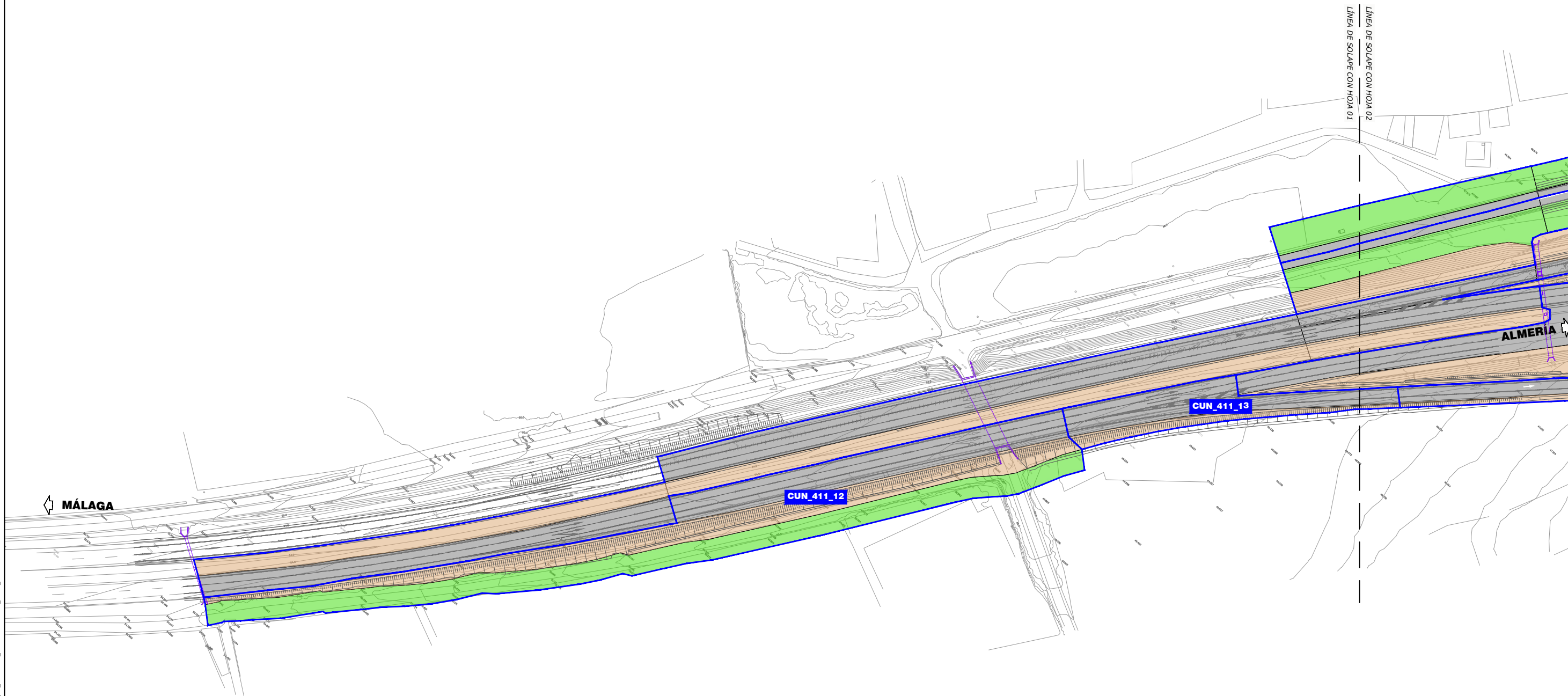
	SECRETARÍA DE ESTADO DE TRANSPORTES, MOVILIDAD Y AGENDA URBANA	CONSULTOR:		INGENIERO AUTOR DEL PROYECTO:	ESCALAS: 1:1.000 0 20 40m EN ORIGINAL LINE A-1	TÍTULO DEL PROYECTO:	CLAVE:	Nº PLANO:	DESIGNACIÓN:	FECHA:
	SECRETARÍA GENERAL DE INFRAESTRUCTURAS			Dña. MERCEDES SÁNCHEZ MELLADO		D. OSCAR FRANCISCO ALBARRACÍN RUIZ	PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN: MEJORA DE LOS ENLACES 409 Y 411 DE LA AUTOVÍA A-7 DEL MEDITERRÁNEO. PROVINCIA DE ALMERÍA.	15-AL-3700	AN11 - ApI	ENLACE 409 CUENCAS LONGITUDINALES USOS DEL SUELO



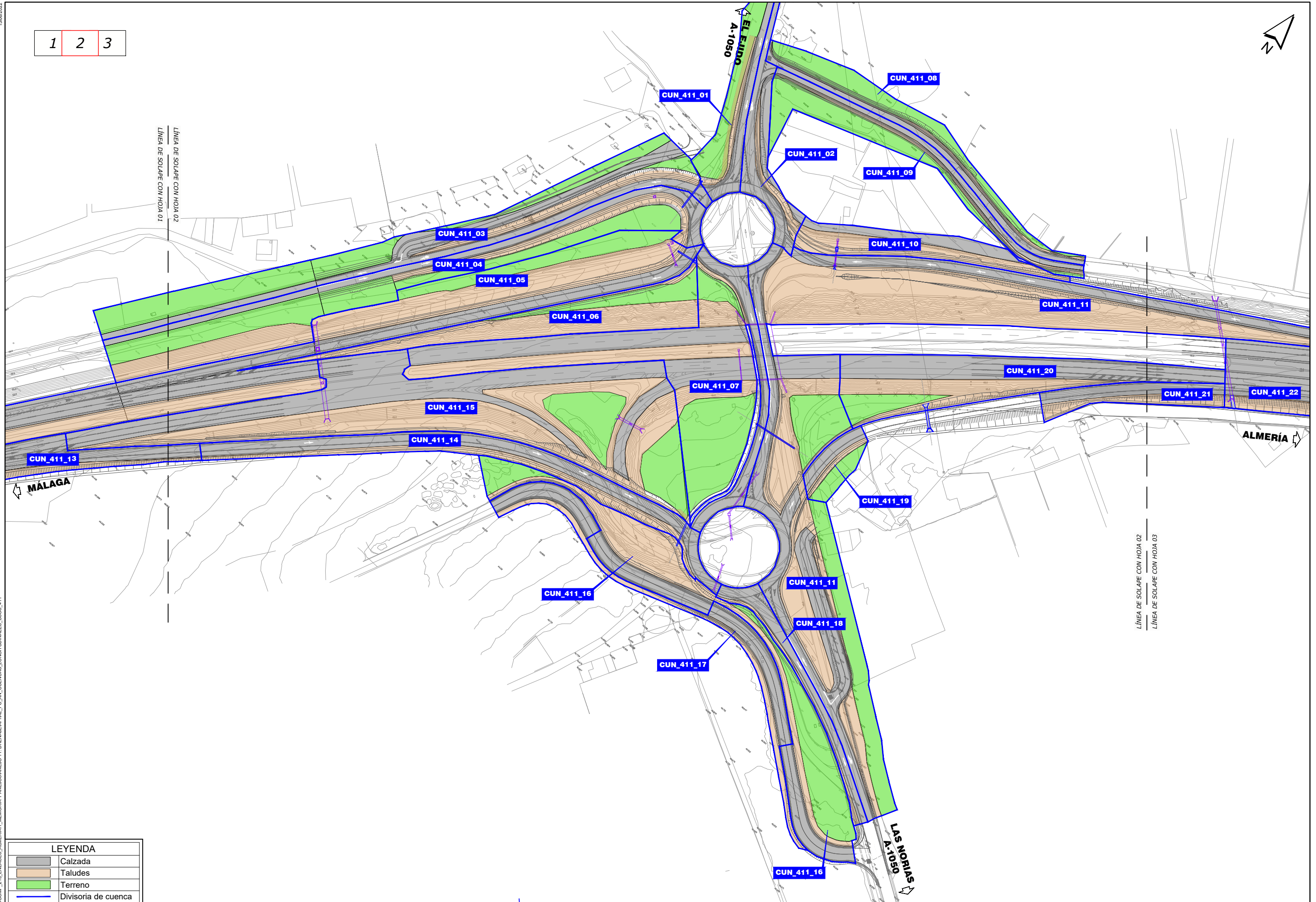
DRENAJE EXISTENTE			
	Punto Alto		O.D.T. existente
	Punto Bajo		O.D.T.L. existente
	Sumidero		Colector mediana
	Bordillo sobre terraplén		Cuneta existente hormigonada
	Bajante prefabricada en terraplén		Cuneta existente en tierras
	Divisoria de cuneta		
DRENAJE PROYECTADO			
	Punto Alto		O.D.T. proyectada
	Punto Bajo		O.D.T.L. proyectada
	Sumidero		Cuneta de pie de terraplén. T1
	Bordillo sobre terraplén		Cuneta de pie de desmonte. D1
	Bajante prefabricada en terraplén		Cuneta de seguridad + dren. D2
	Badén		Cuneta de cabeza de muro
	Protección de escollera		A demoler







LEYENDA	
	Calzada
	Taludes
	Terreno
	Divisoria de cuenca



LEYENDA	
	Calzada
	Taludes
	Terreno
	Divisoria de cuenca



SECRETARÍA DE ESTADO DE TRANSPORTES, MOVILIDAD Y AGENDA URBANA
 SECRETARÍA GENERAL DE INFRAESTRUCTURAS
 DIRECCIÓN GENERAL DE CARRETERAS
 DEMARCACIÓN DE CARRETERAS DEL ESTADO EN ANDALUCÍA ORIENTAL



INGENIERO AUTOR DEL PROYECTO:
 Dña. MERCEDES SÁNCHEZ MELLADO

INGENIERO DIRECTOR DEL PROYECTO:
 D. OSCAR FRANCISCO ALBARRACÍN RUIZ

ESCALAS:
 1:1.000
 0 20 40m
 EN ORIGINAL LINE A-1

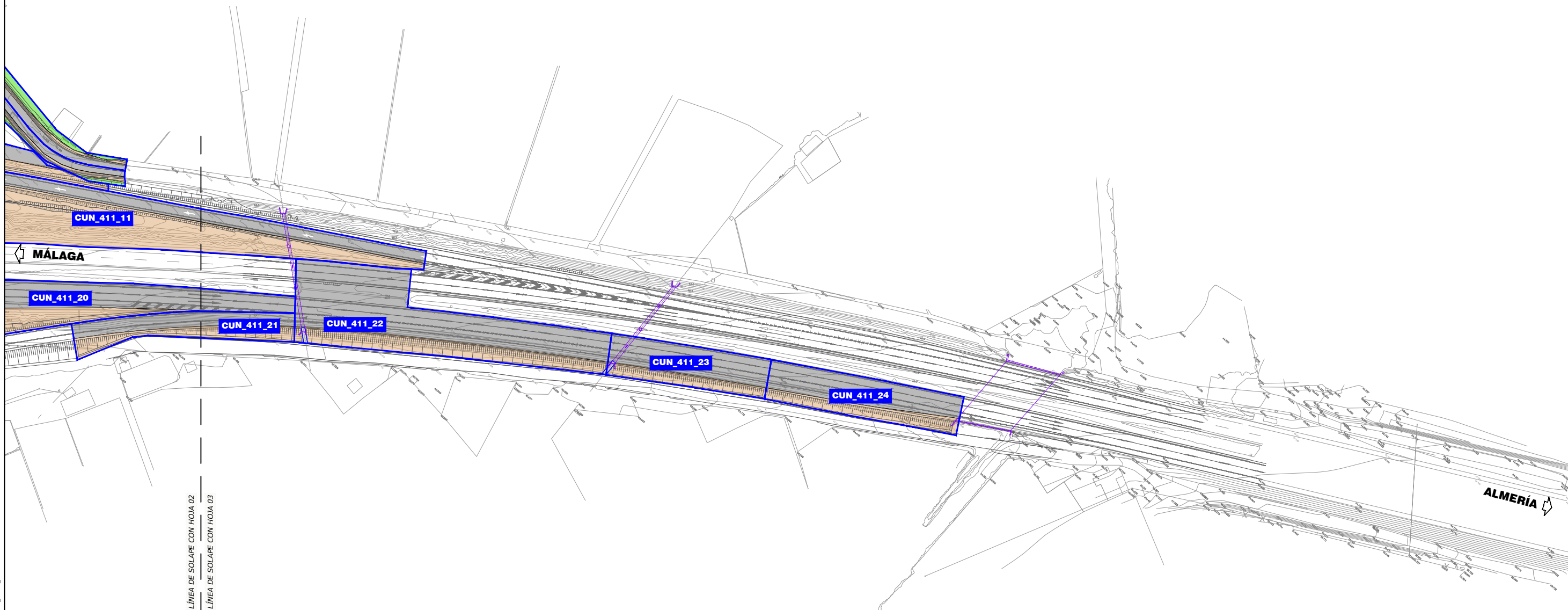
TÍTULO DEL PROYECTO:
 PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN: MEJORA DE LOS ENLACES 409 Y 411 DE LA AUTOVÍA A-7 DEL MEDITERRÁNEO. PROVINCIA DE ALMERÍA.

CLAVE:
 15-AL-3700

Nº PLANO:
 AN11 - Apl

DESIGNACIÓN:
 ENLACE 411 CUENCAS LONGITUDINALES USOS DEL SUELO

FECHA:
 JUNIO 2022
 HOJA 11 DE 12



LÍNEA DE SOLAPE CON HOJA 02
 LÍNEA DE SOLAPE CON HOJA 03

LEYENDA	
	Calzada
	Taludes
	Terreno
	Divisoria de cuenca

APÉNDICE II. CÁLCULOS HIDRÁULICOS DE LAS OBRAS DE DRENAJE TRANSVERSAL.

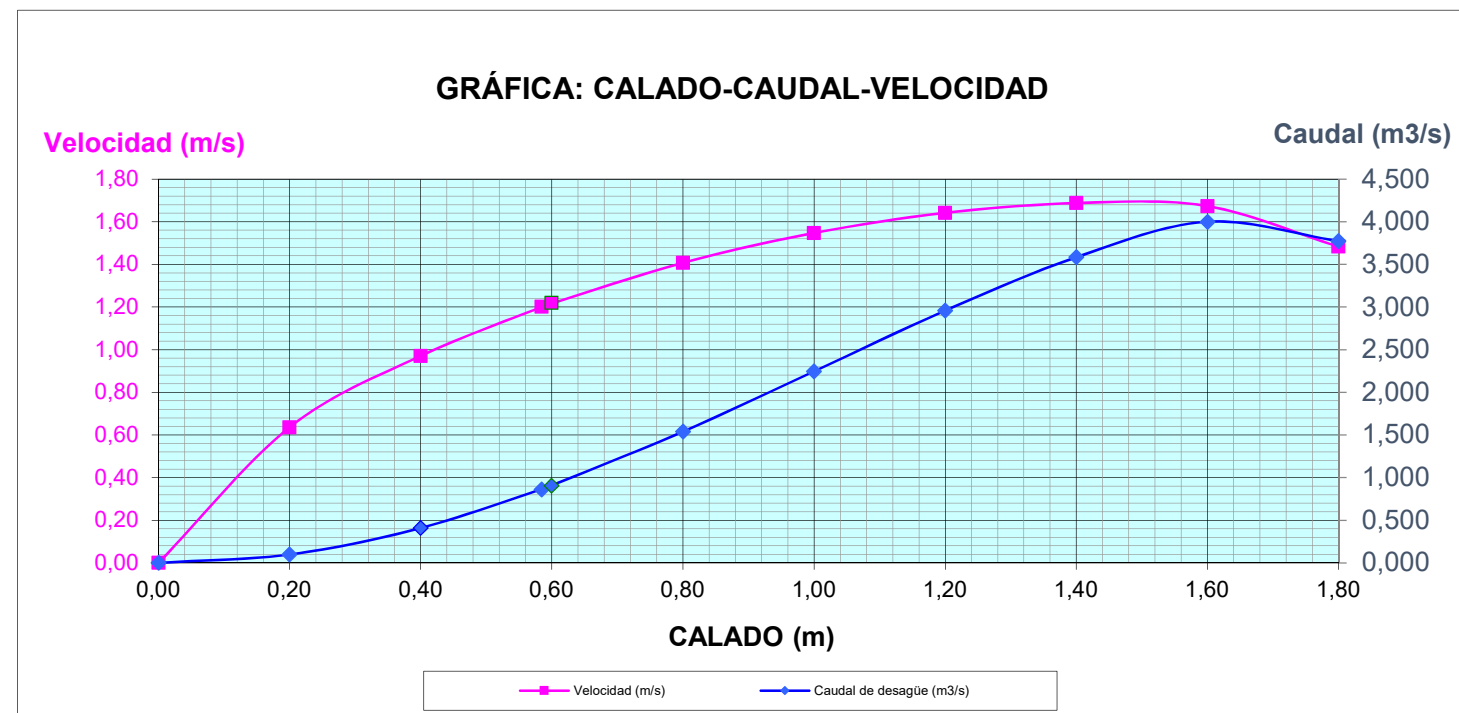
CÁLCULO HIDRÁULICO DE OBRAS DE DRENAJE

ODT 407+870. TUBO DE ACERO DE D=1,8 M

DATOS DE PARTIDA:

Nº MANNING 0,028
 PENDIENTE: 0,005
 CAUDAL DE APORTACIÓN: 0,860
 RADIO: 0,900

CALADO (m)	Superficie mojada (m ²)	Perímetro mojado (m)	Radio hidráulico (m)	Velocidad (m/s)	Caudal de desagüe (m ³ /s)
0,00	0,00	0,00	0,000	0,000	0,000
0,20	0,15	1,22	0,126	0,636	0,098
0,40	0,42	1,77	0,238	0,971	0,409
0,60	0,74	2,22	0,335	1,218	0,905
0,584	0,7162	2,1827	0,3282	1,2015	0,8605
0,80	1,09	2,63	0,416	1,407	1,538
1,00	1,45	3,03	0,480	1,547	2,246
1,20	1,80	3,44	0,524	1,641	2,958
1,40	2,12	3,89	0,546	1,688	3,584
1,60	2,39	4,43	0,539	1,673	3,999
1,80	2,54	5,65	0,450	1,483	3,774



CONTROL DE ENTRADA
ODT 407+870

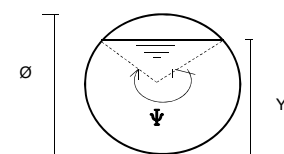
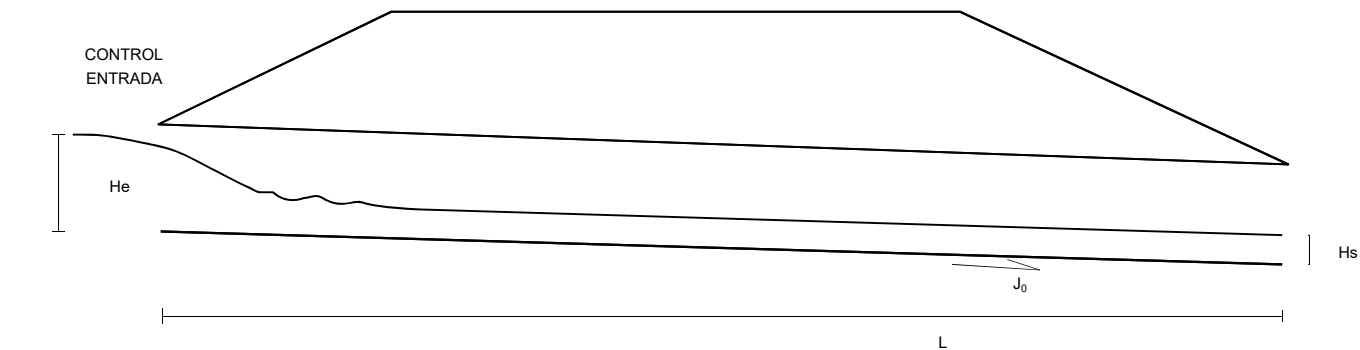
CARACTERÍSTICAS O. D.		
Sección tipo	TUBO	
Diámetro (m)	D	1,800
Pendiente (m/m)	J	0,005
Longitud (m)	L	50,000
Rugosidad Manning	n	0,028
Caudal Obra (m ³ /s)	Q	0,860

RÉGIMEN UNIFORME		
Caudal específico (m)	Qe	0,063
Calado (m)	yn	0,584
Superficie mojada (m ²)	A	0,716
Perímetro mojado (m)	P	2,183
Velocidad (m/s)	v	1,201
Nº de Froude	F	0,608
Tipo de régimen	LENTO	

RÉGIMEN CRÍTICO		
Calado crítico(m)	y _c	0,511
Área (m ²)	A	0,595
Perímetro mojado (m)	P	2,023
Pendiente (m/m)	J _c	0,008
Velocidad crítica (m/s)	v	1,446

CONDICIONES DE CONTROL A LA ENTRADA	
Conducto recto; sección y pendiente uniforme	SÍ
$y < H_{\text{conducto}}$ $y < Y_{\text{crítico}}$	NO
$L(m)/Pte(\%) < L(m)/Pte(\%)$ (s/ figura 5,12):	NO
$L(m)/Pte(\%)$	100,00
$L(m)/Pte(\%)$ (s/ figura 5,12)	30
H_e (fig. 5.9) < H_e (fig. 5,15):	SÍ
H_e/D (fig. 5.9)	0,4
H_e (fig. 5.9)	0,72
H_e/D (fig. 5.15)	3,00
H_e (fig. 5.15)	5,40

EROSIÓN	
Caudal específico $Q/(D^{2,5} \cdot 9,81^{0,5})$	0,063
d/D (Fig. 5.19)	0,095
d	0,171
NIVEL DEL AGUA	ALTO
e/D	0,710
e	1,278
Profundidad mínima rastrillo (m)	0,319
Longitud solera de hormigón (m)	0,000



- He: Profundidad de agua a la entrada
- Hs: Profundidad de agua a la salida
- J : Pendiente del conducto
- L: Longitud del conducto
- Y: Calado
- Ø: Diámetro
- Y: Ángulo según altura de lámina de agua

CONTROL DE ENTRADA
ODT 408+045

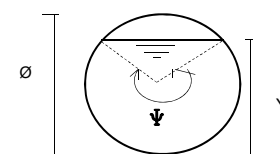
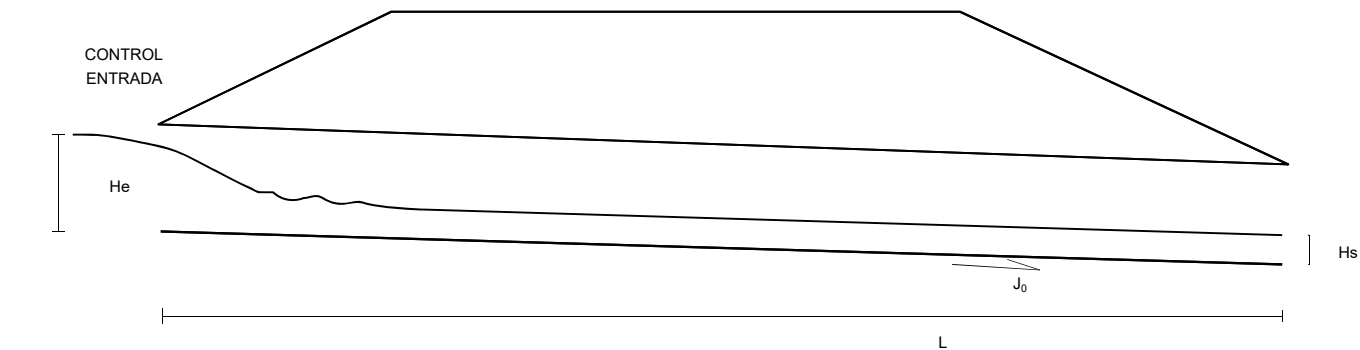
CARACTERÍSTICAS O. D.		
Sección tipo	TUBO	
Diámetro (m)	D	1,200
Pendiente (m/m)	J	0,005
Longitud (m)	L	50,000
Rugosidad Manning	n	0,015
Caudal Obra (m ³ /s)	Q	1,140

RÉGIMEN UNIFORME		
Caudal específico (m)	Qe	0,231
Calado (m)	yn	0,584
Superficie mojada (m ²)	A	0,546
Perímetro mojado (m)	P	1,853
Velocidad (m/s)	v	2,088
Nº de Froude	F	0,988
Tipo de régimen	LENTO	

RÉGIMEN CRÍTICO		
Calado crítico(m)	y _c	0,676
Área (m ²)	A	0,657
Perímetro mojado (m)	P	2,038
Pendiente (m/m)	J _c	0,003
Velocidad crítica (m/s)	v	1,736

CONDICIONES DE CONTROL A LA ENTRADA	
Conducto recto; sección y pendiente uniforme	SÍ
$y < H_{\text{conducto}}$ $y < Y_{\text{crítico}}$	SÍ
$L(m)/Pte(\%) < L(m)/Pte(\%)$ (s/ figura 5,12):	SÍ
$L(m)/Pte(\%)$	100,00
$L(m)/Pte(\%)$ (s/ figura 5,12)	200
H_e (fig. 5.9) < H_e (fig. 5,15):	SÍ
H_e/D (fig. 5.9)	0,8
H_e (fig. 5.9)	0,96
H_e/D (fig. 5.15)	2,20
H_e (fig. 5.15)	2,64

EROSIÓN	
Caudal específico $Q/(D^{2,5} \cdot 9,81^{0,5})$	0,231
d/D (Fig. 5.19)	0,316
d	0,379
NIVEL DEL AGUA	ALTO
e/D	1,154
e	1,385
Profundidad mínima rastrillo (m)	0,346
Longitud solera de hormigón (m)	0,000



- He: Profundidad de agua a la entrada
- Hs: Profundidad de agua a la salida
- J : Pendiente del conducto
- L: Longitud del conducto
- Y: Calado
- Ø: Diámetro
- Y: Ángulo según altura de lámina de agua

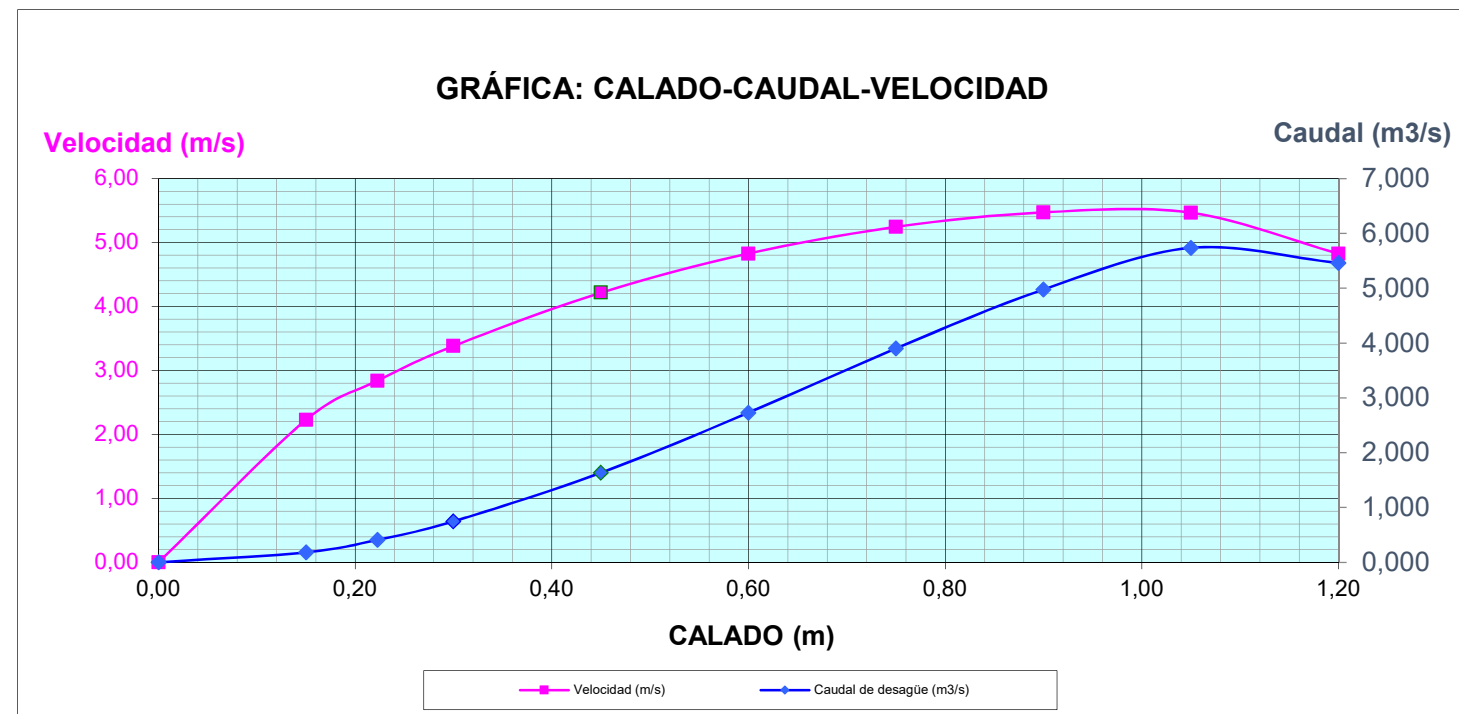
CÁLCULO HIDRÁULICO DE OBRAS DE DRENAJE

ODT ODT 408+345. TUBO DE HORMIGÓN DE D=1,2 M

DATOS DE PARTIDA:

Nº MANNING 0,015
 PENDIENTE: 0,026
 CAUDAL DE APORTACIÓN: 0,410
 RADIO: 0,600

CALADO (m)	Superficie mojada (m ²)	Perímetro mojado (m)	Radio hidráulico (m)	Velocidad (m/s)	Caudal de desagüe (m ³ /s)
0,00	0,00	0,00	0,000	0,000	0,000
0,15	0,08	0,87	0,094	2,228	0,182
0,223	0,14	1,07	0,135	2,838	0,410
0,30	0,22	1,26	0,176	3,382	0,748
0,45	0,39	1,58	0,245	4,216	1,633
0,60	0,57	1,88	0,300	4,827	2,729
0,75	0,74	2,19	0,340	5,245	3,900
0,90	0,91	2,51	0,362	5,471	4,978
1,05	1,05	2,90	0,362	5,466	5,736
1,20	1,13	3,77	0,300	4,827	5,459



CONTROL DE ENTRADA
ODT 408+345

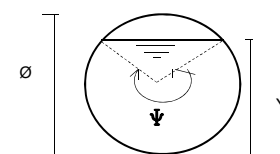
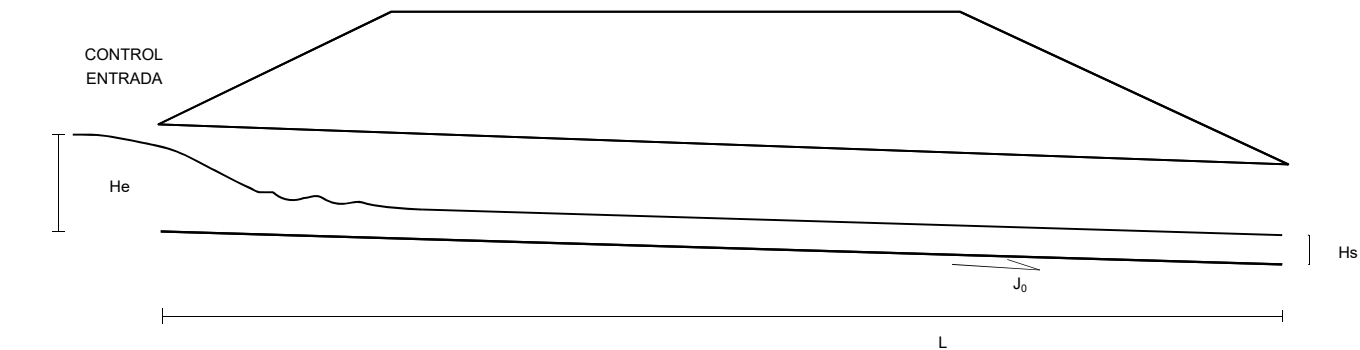
CARACTERÍSTICAS O. D.		
Sección tipo	TUBO	
Diámetro (m)	D	1,200
Pendiente (m/m)	J	0,026
Longitud (m)	L	50,000
Rugosidad Manning	n	0,015
Caudal Obra (m ³ /s)	Q	0,410

RÉGIMEN UNIFORME		
Caudal específico (m)	Qe	0,083
Calado (m)	yn	0,223
Superficie mojada (m ²)	A	0,145
Perímetro mojado (m)	P	1,069
Velocidad (m/s)	v	2,836
Nº de Froude	F	2,609
Tipo de régimen	RÁPIDO	

RÉGIMEN CRÍTICO		
Calado crítico(m)	y _c	0,377
Área (m ²)	A	0,304
Perímetro mojado (m)	P	1,428
Pendiente (m/m)	J _c	0,003
Velocidad crítica (m/s)	v	1,347

CONDICIONES DE CONTROL A LA ENTRADA	
Conducto recto; sección y pendiente uniforme	SÍ
$y < H_{\text{conducto}}$ $y < Y_{\text{crítico}}$	SÍ
$L(m)/Pte(\%) < L(m)/Pte(\%)$ (s/ figura 5,12):	SÍ
$L(m)/Pte(\%)$	19,16
$L(m)/Pte(\%)$ (s/ figura 5,12)	200
H_e (fig. 5.9) $< H_e$ (fig. 5,15):	SÍ
H_e/D (fig. 5.9)	0,45
H_e (fig. 5.9)	0,54
H_e/D (fig. 5.15)	3,00
H_e (fig. 5.15)	3,60

EROSIÓN	
Caudal específico $Q/(D^{2,5} \cdot 9,81^{0,5})$	0,083
d/D (Fig. 5.19)	0,124
d	0,149
NIVEL DEL AGUA	ALTO
e/D	0,786
e	0,944
Profundidad mínima rastrillo (m)	0,236
Longitud solera de hormigón (m)	0,000



- He: Profundidad de agua a la entrada
- Hs: Profundidad de agua a la salida
- J : Pendiente del conducto
- L: Longitud del conducto
- Y: Calado
- Ø: Diámetro
- Y: Ángulo según altura de lámina de agua

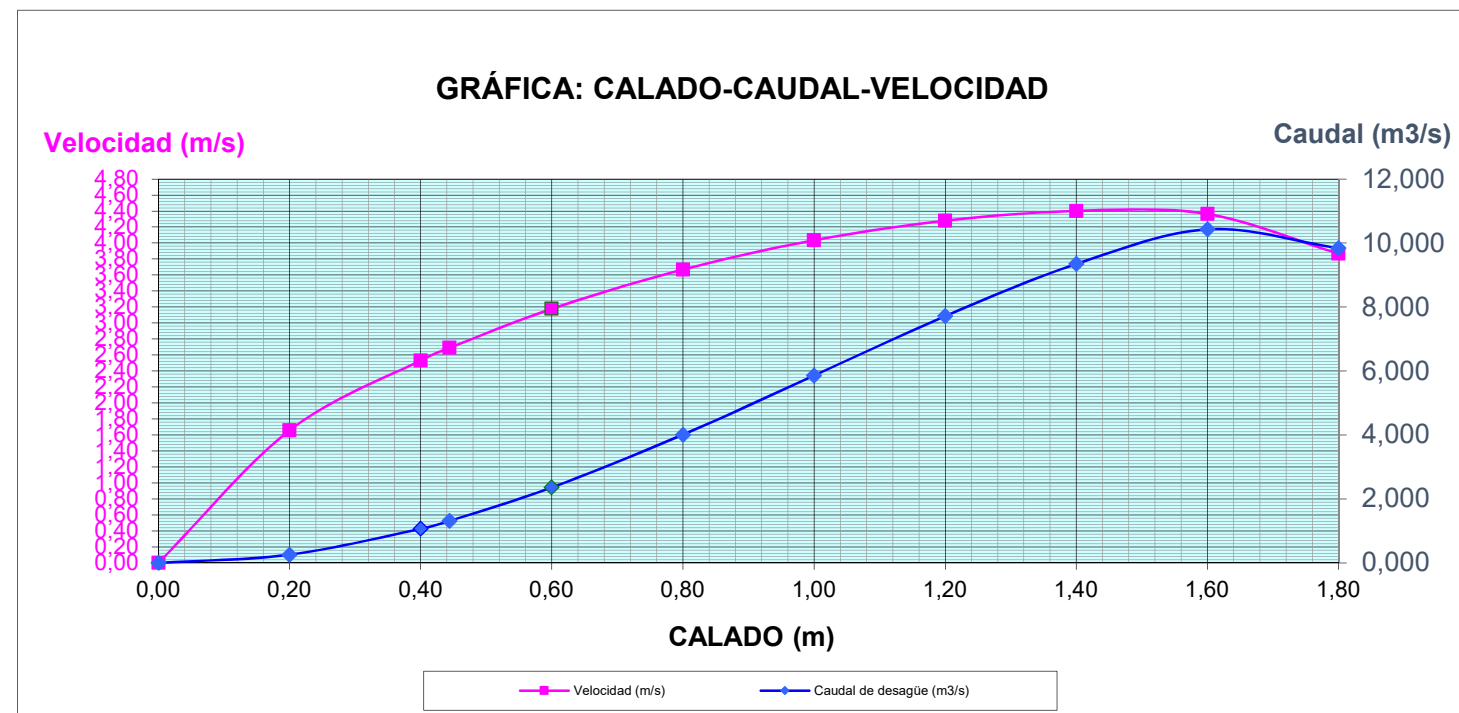
CÁLCULO HIDRÁULICO DE OBRAS DE DRENAJE

ODT ODT 409+410. TUBO DE ACERO DE D=1,8 M

DATOS DE PARTIDA:

Nº MANNING 0,028
 PENDIENTE: 0,034
 CAUDAL DE APORTACIÓN: 1,313
 RADIO: 0,900

CALADO (m)	Superficie mojada (m ²)	Perímetro mojado (m)	Radio hidráulico (m)	Velocidad (m/s)	Caudal de desagüe (m ³ /s)
0,00	0,00	0,00	0,000	0,000	0,000
0,20	0,15	1,22	0,126	1,658	0,256
0,40	0,42	1,77	0,238	2,531	1,066
0,444	0,4882	1,8711	0,2609	2,6888	1,3126
0,60	0,74	2,22	0,335	3,177	2,359
0,80	1,09	2,63	0,416	3,670	4,010
1,00	1,45	3,03	0,480	4,035	5,858
1,20	1,80	3,44	0,524	4,280	7,714
1,40	2,12	3,89	0,546	4,401	9,345
1,60	2,39	4,43	0,539	4,363	10,429
1,80	2,54	5,65	0,450	3,867	9,841



CONTROL DE ENTRADA
ODT 409+410

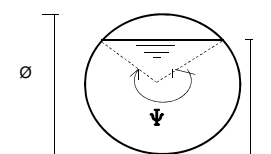
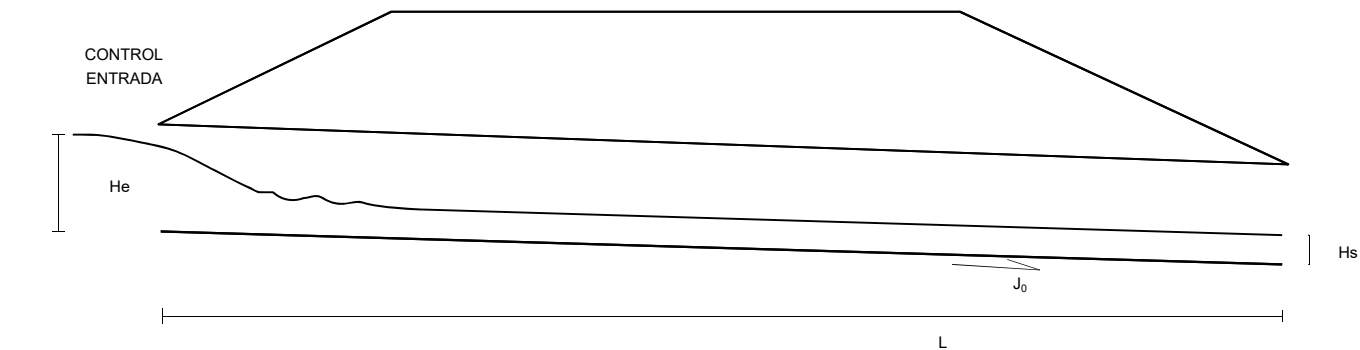
CARACTERÍSTICAS O. D.		
Sección tipo	TUBO	
Diámetro (m)	D	1,800
Pendiente (m/m)	J	0,034
Longitud (m)	L	60,000
Rugosidad Manning	n	0,028
Caudal Obra (m ³ /s)	Q	1,313

RÉGIMEN UNIFORME		
Caudal específico (m)	Qe	0,096
Calado (m)	yn	0,444
Superficie mojada (m ²)	A	0,488
Perímetro mojado (m)	P	1,871
Velocidad (m/s)	v	2,689
Nº de Froude	F	1,648
Tipo de régimen	RÁPIDO	

RÉGIMEN CRÍTICO		
Calado crítico(m)	y _c	0,553
Área (m ²)	A	0,663
Perímetro mojado (m)	P	2,115
Pendiente (m/m)	J _c	0,014
Velocidad crítica (m/s)	v	1,979

CONDICIONES DE CONTROL A LA ENTRADA	
Conducto recto; sección y pendiente uniforme	SÍ
$y < H_{\text{conducto}}$ $y < Y_{\text{crítico}}$	SÍ
$L(m)/Pte(\%) < L(m)/Pte(\%)$ (s/ figura 5,12):	SÍ
$L(m)/Pte(\%)$	17,65
$L(m)/Pte(\%)$ (s/ figura 5,12)	30
He (fig. 5.9) < He (fig. 5,15):	SÍ
He/D (fig. 5.9)	0,5
He (fig. 5.9)	0,90
He/D (fig. 5.15)	3,00
He(fig. 5.15)	5,40

EROSIÓN	
Caudal específico $Q/(D^{2,5} \cdot 9,81^{0,5})$	0,096
d/D (Fig. 5.19)	0,145
d	0,260
NIVEL DEL AGUA	ALTO
e/D	0,832
e	1,497
Profundidad mínima rastrillo (m)	0,374
Longitud solera de hormigón (m)	0,000



- He: Profundidad de agua a la entrada
- Hs: Profundidad de agua a la salida
- J : Pendiente del conducto
- L: Longitud del conducto
- Y: Calado
- Ø: Diámetro
- Y: Ángulo según altura de lámina de agua

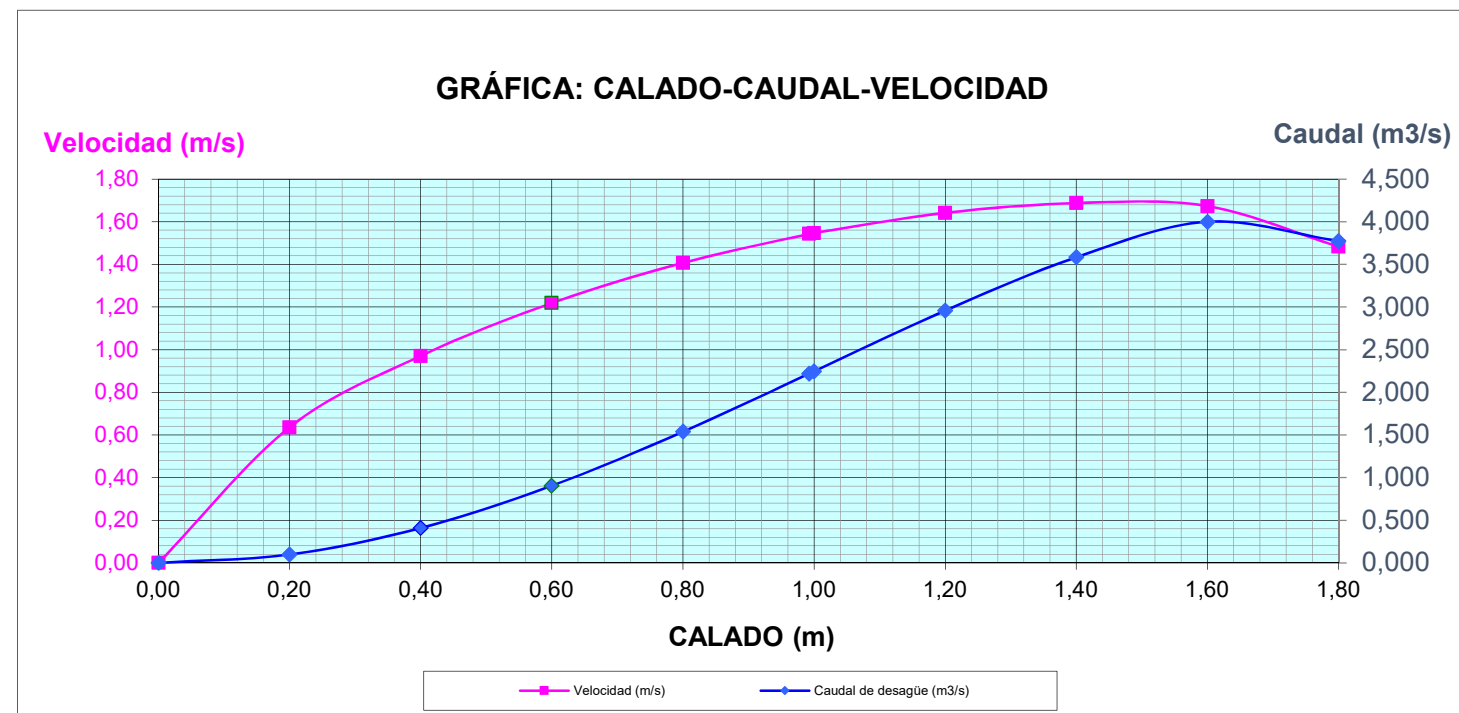
CÁLCULO HIDRÁULICO DE OBRAS DE DRENAJE

ODT ODT 411+760. TUBO DE ACERO DE D=1,8 M

DATOS DE PARTIDA:

Nº MANNING: 0,028
 PENDIENTE: 0,005
 CAUDAL DE APORTACIÓN: 2,220
 RADIO: 0,900

CALADO (m)	Superficie mojada (m ²)	Perímetro mojado (m)	Radio hidráulico (m)	Velocidad (m/s)	Caudal de desagüe (m ³ /s)
0,00	0,00	0,00	0,000	0,000	0,000
0,20	0,15	1,22	0,126	0,636	0,098
0,40	0,42	1,77	0,238	0,971	0,409
0,60	0,74	2,22	0,335	1,218	0,905
0,80	1,09	2,63	0,416	1,407	1,538
0,993	1,4389	3,0131	0,4775	1,5429	2,2200
1,00	1,45	3,03	0,480	1,547	2,246
1,20	1,80	3,44	0,524	1,641	2,958
1,40	2,12	3,89	0,546	1,688	3,584
1,60	2,39	4,43	0,539	1,673	3,999
1,80	2,54	5,65	0,450	1,483	3,774



CONTROL DE ENTRADA
ODT 411+760

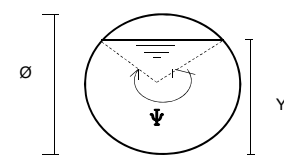
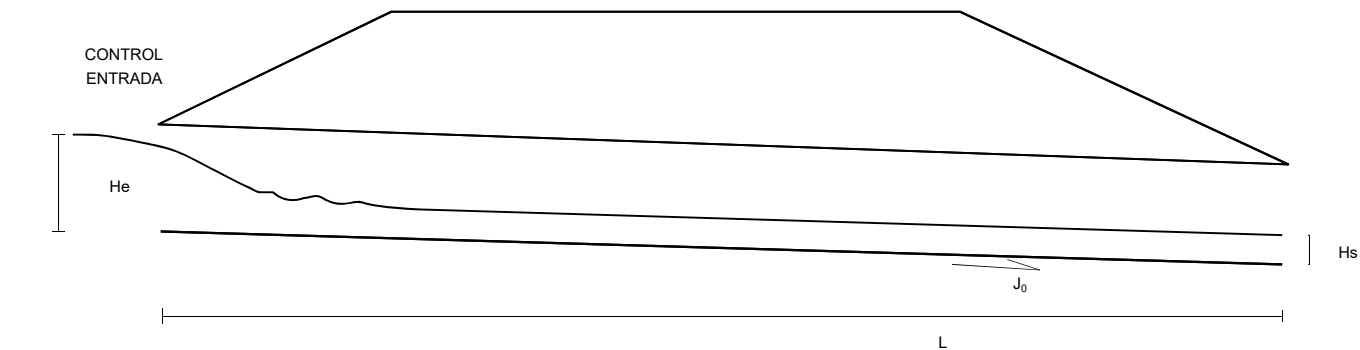
CARACTERÍSTICAS O. D.		
Sección tipo	TUBO	
Diámetro (m)	D	1,800
Pendiente (m/m)	J	0,005
Longitud (m)	L	60,000
Rugosidad Manning	n	0,028
Caudal Obra (m ³ /s)	Q	2,220

RÉGIMEN UNIFORME		
Caudal específico (m)	Qe	0,163
Calado (m)	yn	0,993
Superficie mojada (m ²)	A	1,439
Perímetro mojado (m)	P	3,013
Velocidad (m/s)	v	1,543
Nº de Froude	F	0,551
Tipo de régimen	LENTO	

RÉGIMEN CRÍTICO		
Calado crítico(m)	y _c	0,728
Área (m ²)	A	0,965
Perímetro mojado (m)	P	2,482
Pendiente (m/m)	J _c	0,015
Velocidad crítica (m/s)	v	2,300

CONDICIONES DE CONTROL A LA ENTRADA	
Conducto recto; sección y pendiente uniforme	SÍ
$y < H_{\text{conducto}}$ $y < Y_{\text{crítico}}$	NO
$L(m)/Pte(\%) < L(m)/Pte(\%)$ (s/ figura 5,12):	NO
$L(m)/Pte(\%)$	120,00
$L(m)/Pte(\%)$ (s/ figura 5,12)	30
H_e (fig. 5.9) < H_e (fig. 5,15):	SÍ
H_e/D (fig. 5.9)	0,5
H_e (fig. 5.9)	0,90
H_e/D (fig. 5.15)	3,00
H_e (fig. 5.15)	5,40

EROSIÓN	
Caudal específico $Q/(D^{2,5} \cdot 9,81^{0,5})$	0,163
d/D (Fig. 5.19)	0,245
d	0,440
NIVEL DEL AGUA	ALTO
e/D	1,013
e	1,824
Profundidad mínima rastrillo (m)	0,456
Longitud solera de hormigón (m)	0,000



- He: Profundidad de agua a la entrada
- Hs: Profundidad de agua a la salida
- J : Pendiente del conducto
- L: Longitud del conducto
- Y: Calado
- Ø: Diámetro
- Y: Ángulo según altura de lámina de agua

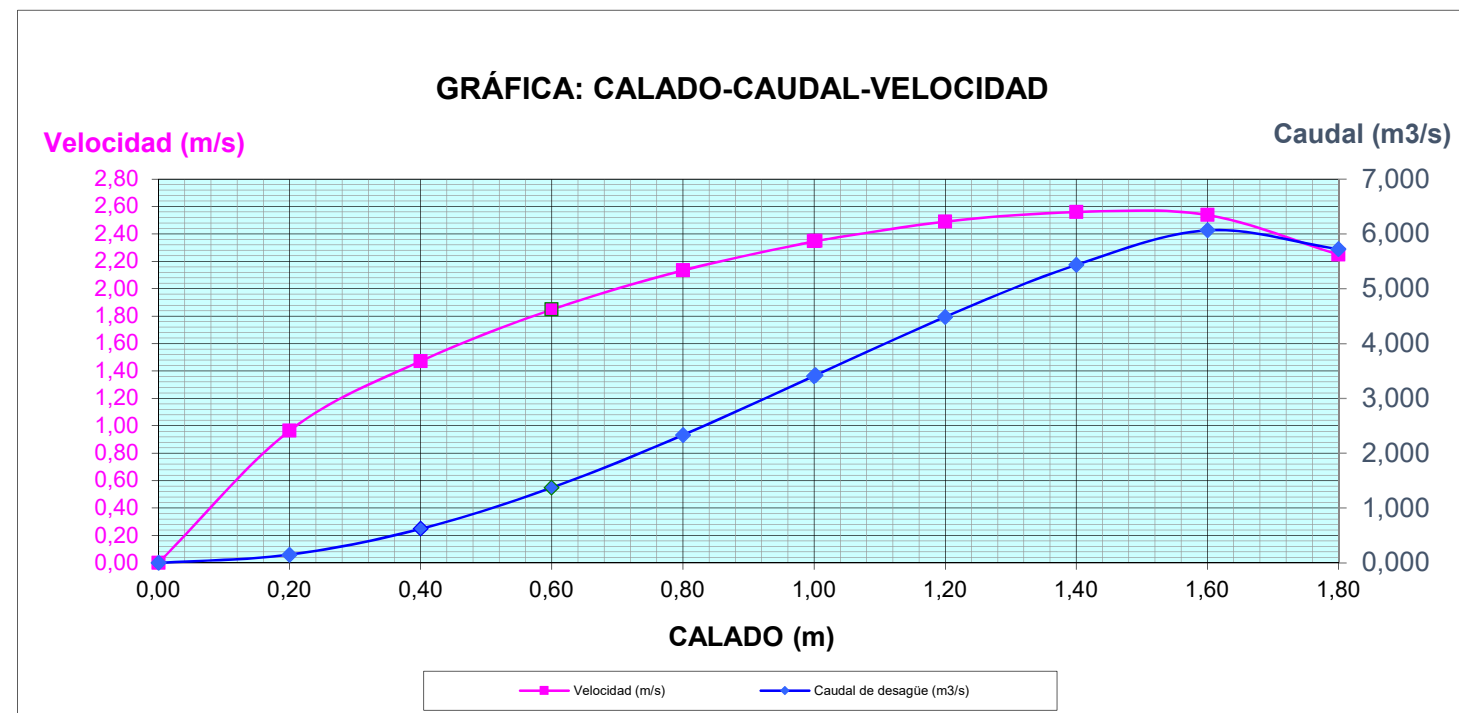
CÁLCULO HIDRÁULICO DE OBRAS DE DRENAJE

ODT 411+935. TUBO DE ACERO DE D=1,8 M

DATOS DE PARTIDA:

Nº MANNING 0,028
 PENDIENTE: 0,012
 CAUDAL DE APORTACIÓN: 3,420
 RADIO: 0,900

CALADO (m)	Superficie mojada (m ²)	Perímetro mojado (m)	Radio hidráulico (m)	Velocidad (m/s)	Caudal de desagüe (m ³ /s)
0,00	0,00	0,00	0,000	0,000	0,000
0,20	0,15	1,22	0,126	0,964	0,149
0,40	0,42	1,77	0,238	1,472	0,620
0,60	0,74	2,22	0,335	1,848	1,372
0,80	1,09	2,63	0,416	2,134	2,332
1,00	1,45	3,03	0,480	2,346	3,407
1,002	1,4562	3,0326	0,4802	2,3485	3,4200
1,20	1,80	3,44	0,524	2,489	4,486
1,40	2,12	3,89	0,546	2,559	5,435
1,60	2,39	4,43	0,539	2,538	6,065
1,80	2,54	5,65	0,450	2,249	5,723



CONTROL DE ENTRADA
ODT 411+935

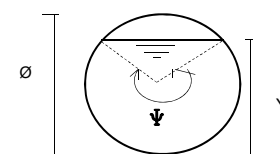
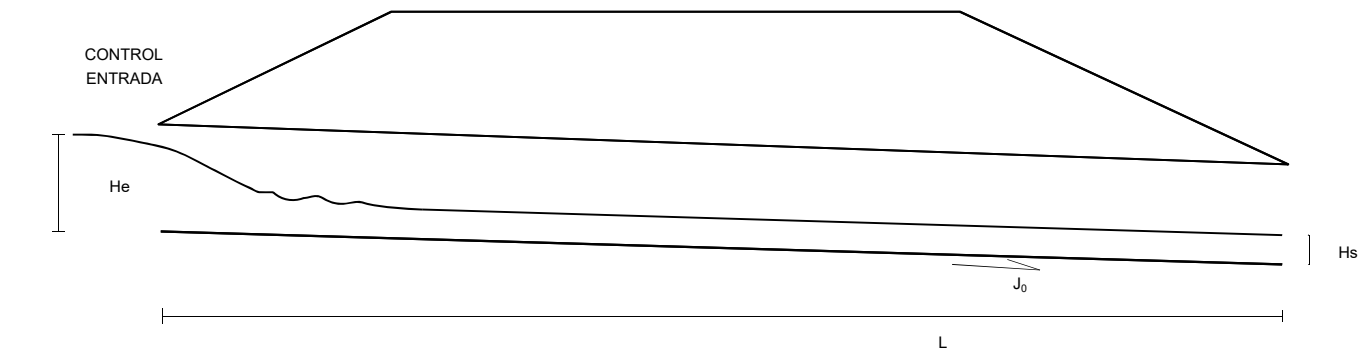
CARACTERÍSTICAS O. D.		
Sección tipo	TUBO	
Diámetro (m)	D	1,800
Pendiente (m/m)	J	0,012
Longitud (m)	L	60,000
Rugosidad Manning	n	0,028
Caudal Obra (m ³ /s)	Q	3,420

RÉGIMEN UNIFORME		
Caudal específico (m)	Qe	0,251
Calado (m)	yn	1,002
Superficie mojada (m ²)	A	1,456
Perímetro mojado (m)	P	3,033
Velocidad (m/s)	v	2,349
Nº de Froude	F	0,834
Tipo de régimen	LENTO	

RÉGIMEN CRÍTICO		
Calado crítico(m)	y _c	0,843
Área (m ²)	A	1,170
Perímetro mojado (m)	P	2,713
Pendiente (m/m)	J _c	0,021
Velocidad crítica (m/s)	v	2,924

CONDICIONES DE CONTROL A LA ENTRADA	
Conducto recto; sección y pendiente uniforme	SÍ
$y < H_{\text{conducto}}$ $y < Y_{\text{crítico}}$	NO
$L(m)/Pte(\%) < L(m)/Pte(\%)$ (s/ figura 5,12):	NO
$L(m)/Pte(\%)$	52,17
$L(m)/Pte(\%)$ (s/ figura 5,12)	30
H_e (fig. 5.9) < H_e (fig. 5,15):	SÍ
H_e/D (fig. 5.9)	0,85
H_e (fig. 5.9)	1,53
H_e/D (fig. 5.15)	2,10
H_e (fig. 5.15)	3,78

EROSIÓN	
Caudal específico $Q/(D^{2,5} \cdot 9,81^{0,5})$	0,251
d/D (Fig. 5.19)	0,338
d	0,609
NIVEL DEL AGUA	ALTO
e/D	1,191
e	2,144
Profundidad mínima rastrillo (m)	0,536
Longitud solera de hormigón (m)	0,000



- He: Profundidad de agua a la entrada
- Hs: Profundidad de agua a la salida
- J : Pendiente del conducto
- L: Longitud del conducto
- Y: Calado
- Ø: Diámetro
- Y: Ángulo según altura de lámina de agua

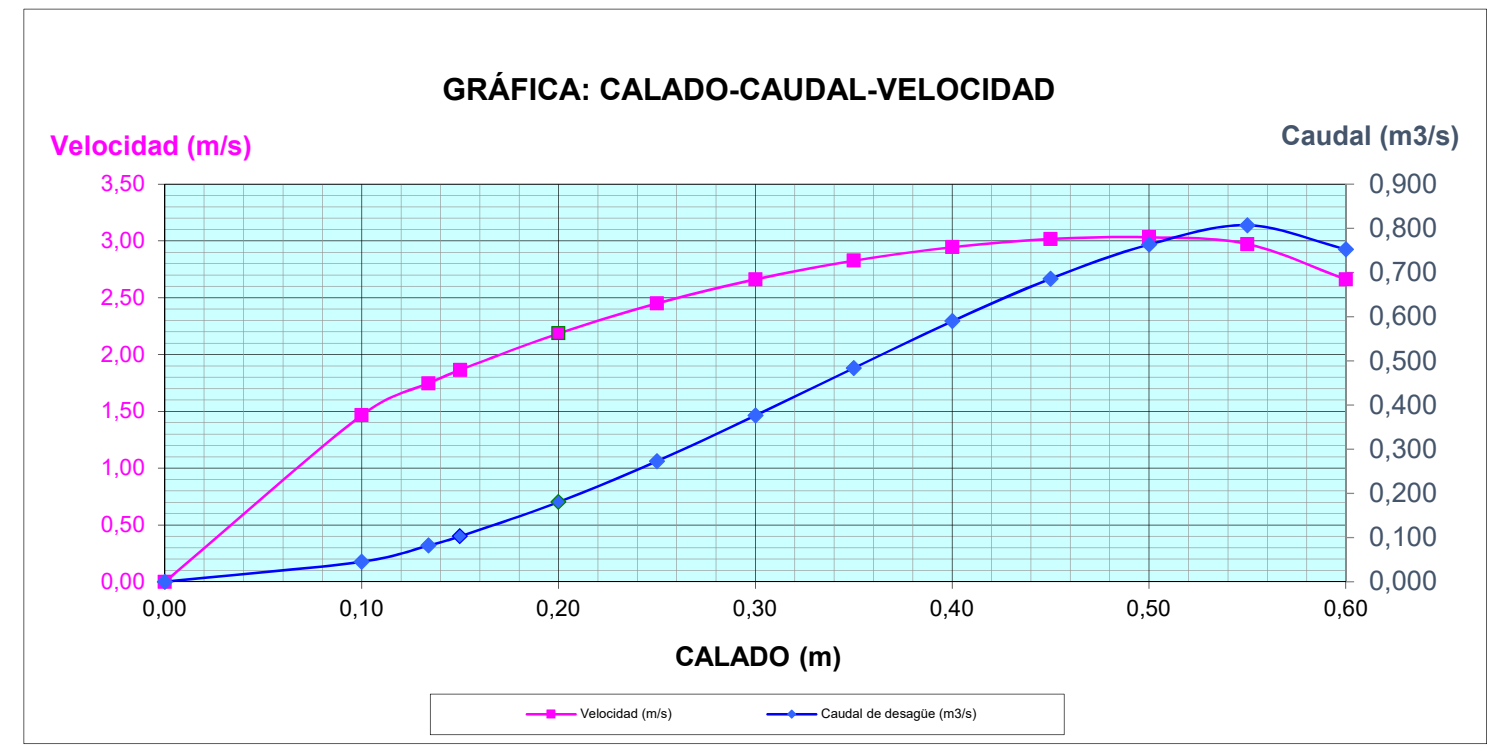
APÉNDICE III. CÁLCULOS HIDRÁULICOS DE LAS OBRAS DE DRENAJE LONGITUDINAL

CÁLCULO HIDRÁULICO DE OBRAS DE DRENAJE

ODTL_411+485. TUBO DE HORMIGÓN DE D=0,6 M

DATOS DE PARTIDA:
 N° MANNING: 0,015
 PENDIENTE: 0,020
 CAUDAL DE APORTACIÓN: 0,082
 RADIO: 0,300

CALADO (m)	Superficie mojada (m ²)	Perímetro mojado (m)	Radio hidráulico (m)	Velocidad (m/s)	Caudal de desagüe (m ³ /s)
0,00	0,00	0,00	0,000	0,000	0,000
0,10	0,03	0,50	0,061	1,467	0,045
0,134	0,05	0,59	0,080	1,747	0,082
0,15	0,06	0,63	0,088	1,865	0,103
0,20	0,08	0,74	0,112	2,187	0,180
0,25	0,11	0,84	0,132	2,450	0,273
0,30	0,14	0,94	0,150	2,662	0,376
0,35	0,17	1,04	0,164	2,827	0,484
0,40	0,20	1,15	0,175	2,946	0,590
0,45	0,23	1,26	0,181	3,017	0,686
0,50	0,25	1,38	0,182	3,032	0,763
0,55	0,27	1,53	0,177	2,973	0,807
0,60	0,28	1,88	0,150	2,662	0,753



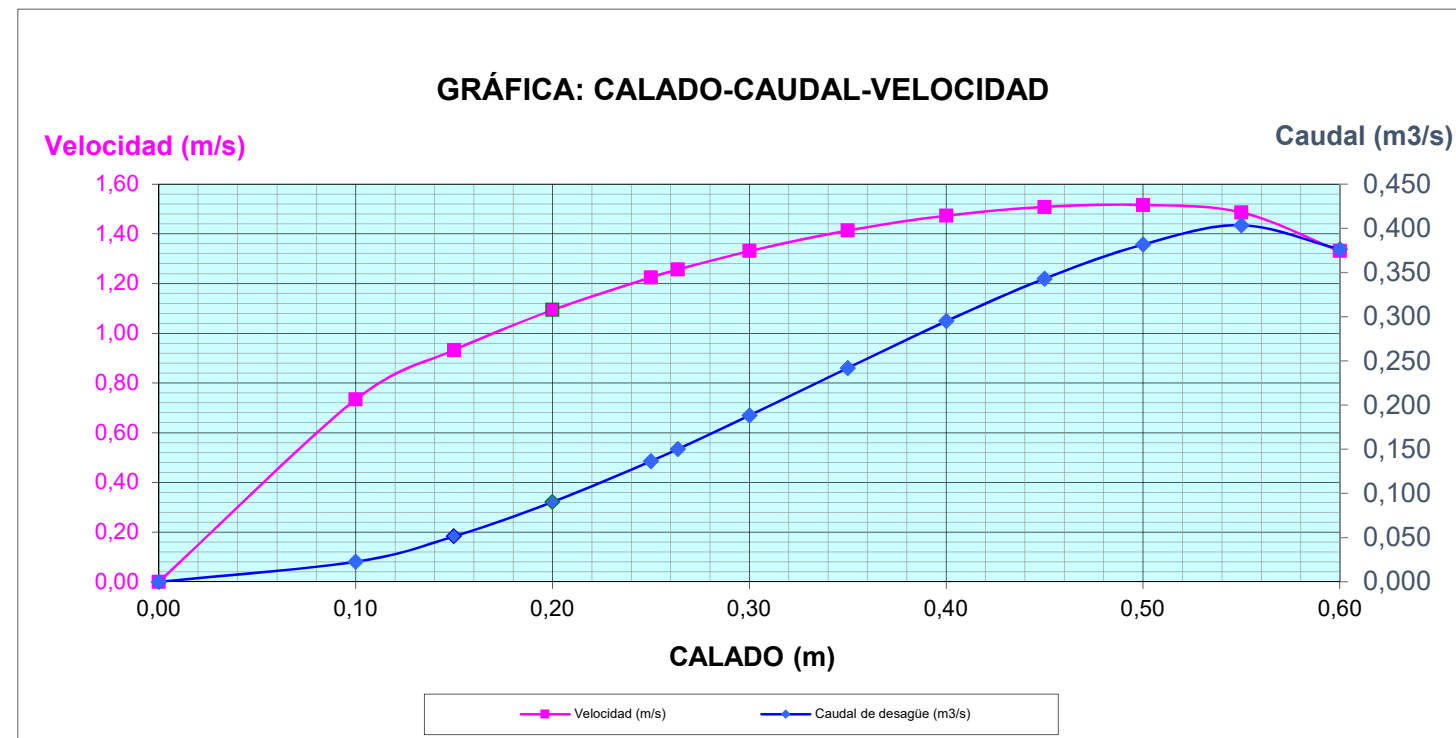
CÁLCULO HIDRÁULICO DE OBRAS DE DRENAJE

ODTL2_411+485. TUBO DE HORMIGÓN DE D=0,6 M

DATOS DE PARTIDA:

Nº MANNING 0,015
 PENDIENTE: 0,005
 CAUDAL DE APORTACIÓN: 0,151
 RADIO: 0,300

CALADO (m)	Superficie mojada (m ²)	Perímetro mojado (m)	Radio hidráulico (m)	Velocidad (m/s)	Caudal de desagüe (m ³ /s)
0,00	0,00	0,00	0,000	0,000	0,000
0,10	0,03	0,50	0,061	0,734	0,023
0,15	0,06	0,63	0,088	0,932	0,052
0,20	0,08	0,74	0,112	1,093	0,090
0,25	0,11	0,84	0,132	1,225	0,137
0,264	0,12	0,87	0,138	1,256	0,150
0,30	0,14	0,94	0,150	1,331	0,188
0,35	0,17	1,04	0,164	1,413	0,242
0,40	0,20	1,15	0,175	1,473	0,295
0,45	0,23	1,26	0,181	1,508	0,343
0,50	0,25	1,38	0,182	1,516	0,382
0,55	0,27	1,53	0,177	1,486	0,404
0,60	0,28	1,88	0,150	1,331	0,376



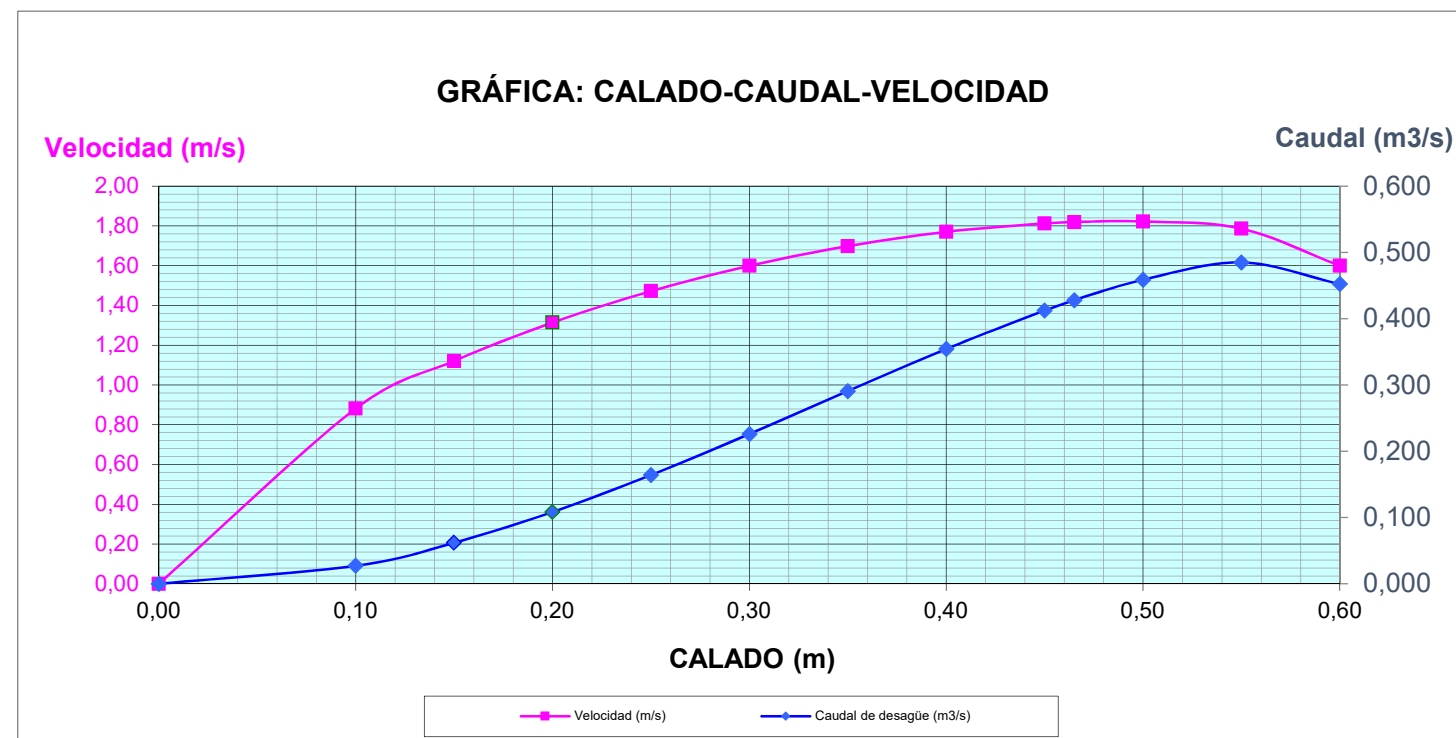
CÁLCULO HIDRÁULICO DE OBRAS DE DRENAJE

ODTL_411+490. TUBO DE PVC DE D=0,6 M

DATOS DE PARTIDA:

Nº MANNING	0,009
PENDIENTE:	0,003
CAUDAL DE APORTACIÓN:	0,428
RADIO:	0,300

CALADO (m)	Superficie mojada (m ²)	Perímetro mojado (m)	Radio hidráulico (m)	Velocidad (m/s)	Caudal de desagüe (m ³ /s)
0,00	0,00	0,00	0,000	0,000	0,000
0,10	0,03	0,50	0,061	0,882	0,027
0,15	0,06	0,63	0,088	1,121	0,062
0,20	0,08	0,74	0,112	1,314	0,108
0,25	0,11	0,84	0,132	1,472	0,164
0,30	0,14	0,94	0,150	1,599	0,226
0,35	0,17	1,04	0,164	1,699	0,291
0,40	0,20	1,15	0,175	1,770	0,354
0,45	0,23	1,26	0,181	1,813	0,412
0,465	0,24	1,29	0,182	1,820	0,428
0,50	0,25	1,38	0,182	1,822	0,459
0,55	0,27	1,53	0,177	1,786	0,485
0,60	0,28	1,88	0,150	1,599	0,452



CÁLCULO HIDRÁULICO DE OBRAS DE DRENAJE LONGITUDINAL

CUNETAS DE PIE DE DESMONTE. TIPO D-1

$$V = K * Rh^{\frac{2}{3}} * I^{0.5} \quad Q=S*V$$

S : sección en m².

Rh : radio hidraulico en m. (S / Pm)

Pm : perimetro mojado en m.

I : pendiente de la tubería.

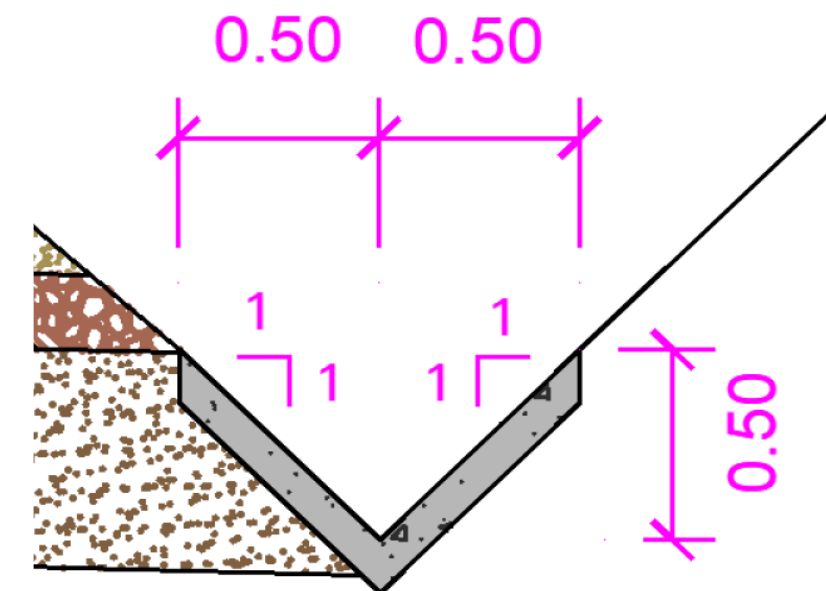
K :coeficiente de rugosidad

para hormigon 66,67

DATOS DE PARTIDA DE LA SECCION TRIANGULAR		
Anchura de la sección b = (m)		1,00
Altura de la sección h = (m)		0,50
Talud de paredes laterales	Pared izquierda =	1,00
	Pared derecha =	1,00
Longitud de la pared lateral de la sección = (m)		1,41

Sección S = (m2).....	0,25
Perímetro mojado Pm = (m)	1,41
Radio Hidraulico de la seccion Rh = (m.).....	0,18

1
1



Pendiente de la seccion i = (%)

	0,30	0,45	1,00	1,20	1,50
Velocidad a sección llena V (m/seg.)	1,15	1,41	2,10	2,30	2,57
Caudal a sección llena (m3/seg.)	0,29	0,35	0,52	0,58	0,64

	2,00	2,50	3,00	3,35	3,50	3,80	4,00	4,33	4,50	5,00	5,25	5,75	6,00
Velocidad a sección llena V (m/seg.)	2,97	3,32	3,64	3,84	3,93	4,09	4,20	4,37	4,45	4,70	4,81	5,04	5,14
Caudal a sección llena (m3/seg.)	0,74	0,83	0,91	0,96	0,98	1,02	1,05	1,09	1,11	1,17	1,20	1,26	1,29

Velocidad a sección llena V = (m/seg.)	21,00 * i ^ 0,5
Caudal a sección llena Q = (m3/seg.)	5,25 * i ^ 0,5

CÁLCULO HIDRÁULICO DE OBRAS DE DRENAJE LONGITUDINAL

CUNETAS DE PIE DE DESMONTE. TIPO D-2

$$V = K * Rh^{\frac{2}{3}} * I^{0.5} \quad Q=S*V$$

S : sección en m².

Rh : radio hidraulico en m. (S / Pm)

Pm : perimetro mojado en m.

I : pendiente de la tubería.

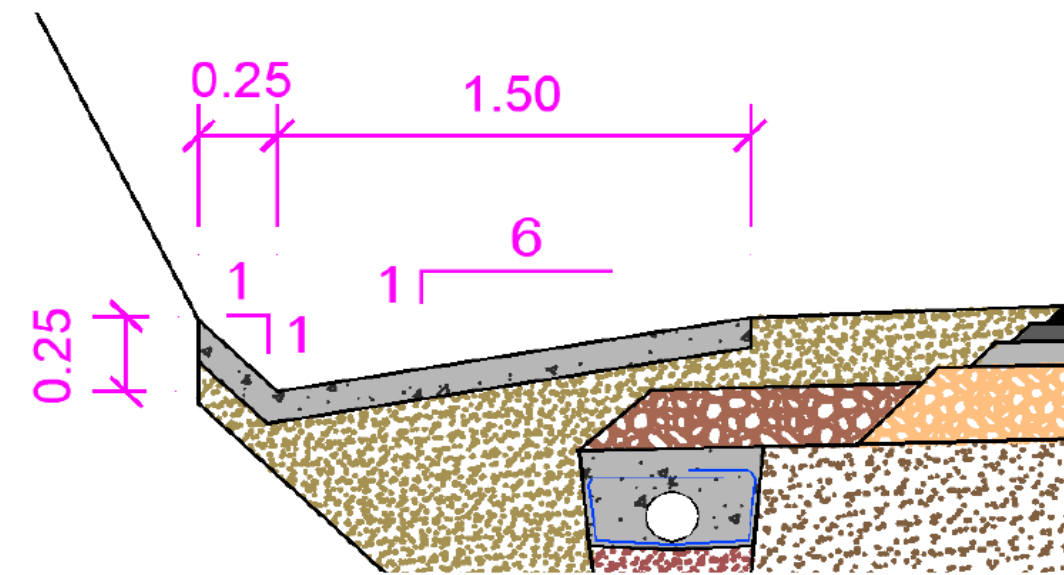
K :coeficiente de rugosidad

para hormigon 66,67

DATOS DE PARTIDA DE LA SECCION TRIANGULAR		
Anchura de la sección b = (m)		1,75
Altura de la sección h = (m)		0,25
Talud de paredes laterales	Pared izquierda =	0,17
	Pared derecha =	1,00
Longitud de la pared lateral de la sección = (m)		1,87

Sección S = (m2).....	0,22
Perímetro mojado Pm = (m)	1,87
Radio Hidraulico de la seccion Rh = (m.).....	0,12

6
1



Pendiente de la seccion i = (%)

	0,30	0,50	1,00	1,20	1,50
Velocidad a sección llena V (m/seg.)	0,87	1,13	1,59	1,74	1,95
Caudal a sección llena (m3/seg.)	0,19	0,25	0,35	0,38	0,43

	2,00	2,50	3,00	3,35	3,50	3,80	4,00	4,33	4,50	5,00	5,25	5,75	6,00
Velocidad a sección llena V (m/seg.)	2,25	2,52	2,76	2,91	2,98	3,10	3,18	3,31	3,38	3,56	3,65	3,82	3,90
Caudal a sección llena (m3/seg.)	0,49	0,55	0,60	0,64	0,65	0,68	0,70	0,72	0,74	0,78	0,80	0,84	0,85

Velocidad a sección llena V = (m/seg.)	15,92 * i ^ 0,5
Caudal a sección llena Q = (m3/seg.)	3,48 * i ^ 0,5

CÁLCULO HIDRÁULICO DE OBRAS DE DRENAJE LONGITUDINAL

CUNETAS DE PIE DE TERRAPLÉN. TIPO T-1

$$V = K * Rh^{\frac{2}{3}} * I^{0.5} \quad Q = S * V$$

S : sección en m².

Rh : radio hidraulico en m. (S / Pm)

Pm : perimetro mojado en m.

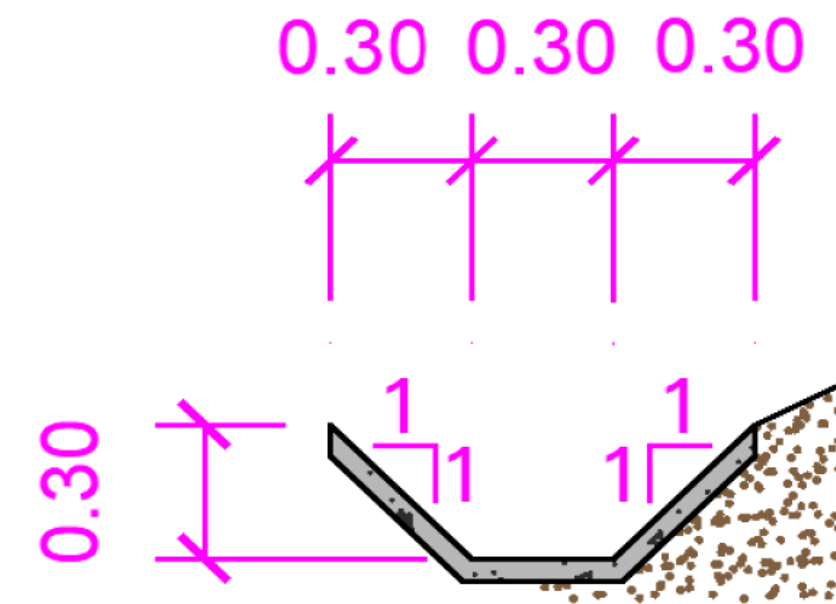
I : pendiente de la tubería.

K :coeficiente de rugosidad

para hormigon 66,67

DATOS DE PARTIDA DE LA SECCION TRAPEZOIDAL		
Base inferior de la seccion bi = (m)	0,30	
Base superior de la sección bs = (m)	0,90	
Altura de la sección h = (m)	0,30	
Talud de paredes laterales	Horizontal H =	1,00
	Vertical V =	1,00
Longitud de la pared lateral de la sección = (m)	1,15	

Sección S = (m2).....	0,18
Perímetro mojado Pm = (m)	1,15
Radio Hidraulico de la seccion Rh = (m.).....	0,16



Pendiente de la seccion i = (%)

	0,30	0,45	1,00	1,20	1,50
Velocidad a sección llena V (m/seg.)	1,06	1,30	1,94	2,12	2,37
Caudal a sección llena (m3/seg.)	0,19	0,23	0,35	0,38	0,43

	2,00	2,50	3,00	3,35	3,50	3,80	4,00	4,33	4,50	5,00	5,25	5,75	8,00
Velocidad a sección llena V (m/seg.)	2,74	3,06	3,36	3,55	3,63	3,78	3,88	4,03	4,11	4,33	4,44	4,65	5,48
Caudal a sección llena (m3/seg.)	0,49	0,55	0,60	0,64	0,65	0,68	0,70	0,73	0,74	0,78	0,80	0,84	0,99

Velocidad a sección llena V = (m/seg.)	19,38 * i ^ 0,5
Caudal a sección llena Q = (m3/seg.)	3,49 * i ^ 0,5

Id	Denominación	Longitud cunetas (m)	Calzada		Desm/Terrap		Terreno adyacente										Pd 25 (mm/día)	l1/d	Ka	ld	Fa	lt (mm/h)	Kt	Po	C	Q25 (m3/s)
			Superficie (m ²)	Po	Superficie (m ²)	Po	A (m ²)	L (m)	Z sup. (m)	Z inf. (m)	J (m/m)	ndif	tc (h)	Po	Area total (km2)											
01	CUN_409_01	51,50	7049	1	525	5	5537	520,00	85,50	63,50	0,04	0,120	0,43	8,00	0,0131	82,08	10,00	1,00	3,42	16,07	54,97	1,02	8,64	0,66	0,135	
02	CUN_409_02	94,00	0	1	492	5	5864	430,00	83,50	63,40	0,05	0,120	0,39	8,00	0,0064	82,08	10,00	1,00	3,42	16,94	57,92	1,02	16,31	0,44	0,046	
03	CUN_409_03	170,00	0	1	2926	5	7355	195,00	63,00	60,00	0,02	0,120	0,35	8,00	0,0103	82,08	10,00	1,00	3,42	17,76	60,75	1,02	15,01	0,47	0,083	
04	CUN_409_04	152,00	3617	1	2354	5	1997	183,00	63,00	60,00	0,02	0,120	0,34	8,00	0,0080	82,08	10,00	1,00	3,42	18,13	62,01	1,02	8,27	0,67	0,094	
05	CUN_409_05	269,00	3990	1	3384	5	1976	270,00	66,00	60,00	0,02	0,120	0,37	8,00	0,0094	82,08	10,00	1,00	3,42	17,25	58,99	1,02	8,25	0,67	0,105	
06	CUN_409_06	289,00	4137	1	3195	5	28236	610,00	78,00	60,00	0,03	0,120	0,49	8,00	0,0356	82,08	10,00	1,00	3,42	14,90	50,96	1,03	14,52	0,48	0,249	
07	CUN_409_07	102,00	0	1	478	5	532	100,00	73,00	67,00	0,06	0,120	0,20	8,00	0,0010	82,08	10,00	1,00	3,42	23,60	80,72	1,01	13,82	0,50	0,011	
08	CUN_409_08	178,00	3040	1	709	5	23180	290,00	78,00	72,50	0,02	0,120	0,40	8,00	0,0269	82,08	10,00	1,00	3,42	16,69	57,08	1,02	14,97	0,47	0,205	
09	CUN_409_09	120,00	2457	1	370	5	685	120,00	78,10	77,50	0,00	0,120	0,37	8,00	0,0035	82,08	10,00	1,00	3,42	17,42	59,59	1,02	5,85	0,77	0,046	
10	CUN_409_10	123,00	2729	1	406	5	675	123,00	77,80	76,00	0,01	0,120	0,30	8,00	0,0038	82,08	10,00	1,00	3,42	19,48	66,63	1,02	5,60	0,78	0,056	
11	CUN_409_11	80,00	1953	1	361	5	765	80,00	74,70	72,50	0,03	0,120	0,22	8,00	0,0031	82,08	10,00	1,00	3,42	22,77	77,88	1,01	6,74	0,73	0,049	
12	CUN_409_12	596,00	4768	1	7808	5	8653	590,00	76,50	50,50	0,04	0,120	0,45	8,00	0,0212	82,08	10,00	1,00	3,42	15,71	53,72	1,03	11,18	0,57	0,186	
13	CUN_409_13	542,00	12360	1	6859	5	2292	540,00	72,50	47,00	0,05	0,120	0,42	8,00	0,0215	82,08	10,00	1,00	3,42	16,14	55,19	1,02	6,34	0,75	0,253	
14	CUN_409_14	189,00	0	1	1050	5	867	189,00	50,50	44,50	0,03	0,120	0,30	8,00	0,0019	82,08	10,00	1,00	3,42	19,35	66,17	1,02	13,35	0,51	0,018	
15	CUN_409_15	114,00	1824	1	490	5	851	114,00	47,00	45,00	0,02	0,12	0,28	8,00	0,0032	82,08	10,00	1,00	3,42	20,18	69,03	1,01	7,35	0,71	0,044	

	Denominación	Longitud cunetas (m)	Pendiente (%)	Tipo	Qmáx (m3/s)	Q25 (m3/s)	COMENTARIOS	VÁLIDO	Vmáx (m3/s)	VÁLIDO
01	CUN_409_01	51,50	4,2	T-1	0,717	0,135		SI	3,99	SI
02	CUN_409_02	94,00	4,7	T-1	0,754	0,046		SI	4,19	SI
03	CUN_409_03	170,00	1,5	T-1	0,433	0,083		SI	2,40	SI
04	CUN_409_04	152,00	1,6	T-1	0,447	0,274	RECIBE 01+02	SI	2,48	SI
05	CUN_409_05	269,00	2,2	T-1	0,520	0,105		SI	2,89	SI
06	CUN_409_06	289,00	3,0	T-1	0,599	0,511	RECIBE 07	SI	3,33	SI
07	CUN_409_07	102,00	6,0	D-1	1,286	0,262	RECIBE 08	SI	5,14	SI
08	CUN_409_08	178,00	1,9	T-1	0,480	0,251	RECIBE 09	SI	2,67	SI
09	CUN_409_09	120,00	0,5	D-1	0,371	0,046		SI	1,48	SI
10	CUN_409_10	123,00	1,5	D-1	0,635	0,056		SI	2,54	SI
11	CUN_409_11	80,00	2,8	T-1	0,578	0,049		SI	3,21	SI
12	CUN_409_12	596,00	4,4	D-1	1,102	0,186		SI	4,41	SI
13	CUN_409_13	542,00	4,7	D-2	0,757	0,253	RECIBE 11	SI	3,46	SI
14	CUN_409_14	189,00	3,2	T-1	0,622	0,018	RECIBE 12	SI	3,45	SI
15	CUN_409_15	114,00	1,8	T-1	0,462	0,044	RECIBE 13	SI	2,57	SI

	Denominación	Longitud cunetas (m)	Calzada		Desm/Terrap		Terreno adyacente										Pd 25 (mm/día)	I1/d	Ka	Id	Fa	It (mm/h)	Kt	Po	C	Q25 (m3/s)
			Superficie (m ²)	P0	Superficie (m ²)	P0	A (m ²)	L (m)	Z sup. (m)	Z inf. (m)	J (m/m)	ndif	tc (h)	P0	Area total (km2)											
01	CUN_411_01	92,00	768	1	435	5	957	92,00	46,10	45,70	0,004	0,120	0,34	8,00	0,0022	79,54	10,00	1,00	3,31	18,16	60,19	1,02	10,30	0,59	0,022	
02	CUN_411_02	99,00	1447	1	309	5	0	0,00	45,37	43,00	0,024	0,120	0,08	0,00	0,0018	79,54	10,00	1,00	3,31	36,01	119,35	1,00	3,58	0,87	0,051	
03	CUN_411_03	229,00	2831	1	788	5	3473	366,00	47,12	46,50	0,002	0,120	0,73	8,00	0,0071	79,54	10,00	1,00	3,31	12,02	39,83	1,05	10,23	0,59	0,049	
04	CUN_411_04	243,00	1675	1	2534	5	3675	350,00	49,00	46,52	0,007	0,120	0,53	8,00	0,0079	79,54	10,00	1,00	3,31	14,33	47,50	1,03	11,65	0,55	0,059	
05	CUN_411_05	152,00	10990	1	8866	5	1345	900,00	49,00	46,52	0,003	0,120	0,95	8,00	0,0212	79,54	10,00	1,00	3,31	10,33	34,23	1,06	6,55	0,73	0,157	
06	CUN_411_06	225,00	0	1	2828	5	811	134,00	47,00	43,00	0,030	0,120	0,26	8,00	0,0036	79,54	10,00	1,00	3,31	20,65	68,45	1,01	11,90	0,54	0,038	
07	CUN_411_07	180,00	4263	1	2542	5	2545	180,00	46,50	43,50	0,017	0,120	0,34	8,00	0,0094	79,54	10,00	1,00	3,31	18,23	60,41	1,02	8,38	0,66	0,105	
08	CUN_411_08	236,00	781	1	320	5	1646	230,00	45,30	43,00	0,010	0,120	0,41	8,00	0,0027	79,54	10,00	1,00	3,31	16,34	54,17	1,02	11,89	0,54	0,023	
09	CUN_411_09	225,00	739	1	441	5	1646	225,00	45,30	43,00	0,010	0,120	0,41	8,00	0,0028	79,54	10,00	1,00	3,31	16,46	54,56	1,02	11,97	0,54	0,024	
10	CUN_411_10	151,00	770	1	1418	5	0	0,00	45,37	43,00	0,016	0,120	0,32	0,00	0,0022	79,54	10,00	1,00	3,31	18,80	62,30	1,02	7,54	0,69	0,027	
11	CUN_411_11	376,00	6300	1	10885	5	2903	646,00	48,00	41,25	0,018	1,120	0,90	8,00	0,0201	79,54	10,00	1,00	3,31	10,64	35,25	1,06	8,78	0,64	0,134	
12	CUN_411_12	252,00	2781	1	3689	5	4541	402,50	54,00	47,40	0,016	0,120	0,47	8,00	0,0110	79,54	10,00	1,00	3,31	15,28	50,66	1,03	10,98	0,57	0,090	
13	CUN_411_13	149,00	1966	1	334	5	0	0,00	49,98	49,00	0,007	0,120	0,38	0,00	0,0023	79,54	10,00	1,00	3,31	17,14	56,80	1,02	3,32	0,88	0,033	
14	CUN_411_14	335,00	2679	1	1283	5	0	0,00	49,00	41,66	0,022	0,120	0,41	0,00	0,0040	79,54	10,00	1,00	3,31	16,44	54,47	1,02	4,82	0,81	0,050	
15	CUN_411_15	372,00	5689	1	7416	5	2140	372,00	48,75	45,00	0,010	0,120	0,50	8,00	0,0152	79,54	10,00	1,00	3,31	14,72	48,78	1,03	8,25	0,66	0,141	
16	CUN_411_16	344,00	1617	1	2404	5	2392	344,00	45,50	40,50	0,015	0,120	0,45	8,00	0,0064	79,54	10,00	1,00	3,31	15,61	51,73	1,03	10,73	0,58	0,054	
17	CUN_411_17	308,00	1551	1	992	5	0	0,00	45,00	40,20	0,016	0,120	0,43	0,00	0,0025	79,54	10,00	1,00	3,31	16,12	53,41	1,02	5,38	0,78	0,030	
18	CUN_411_18	126,00	999	1	247	5	0	0,00	41,50	40,50	0,008	0,120	0,34	0,00	0,0012	79,54	10,00	1,00	3,31	18,14	60,11	1,02	3,77	0,86	0,018	
19	CUN_411_19	46,00	376	1	172	5	381	45,00	43,50	42,50	0,022	0,120	0,18	8,00	0,0009	79,54	10,00	1,00	3,31	25,02	82,93	1,01	9,68	0,61	0,013	
20	CUN_411_20	97,00	2887	1	1711	5	574	97,00	48,30	44,00	0,044	0,120	0,21	8,00	0,0052	79,54	10,00	1,00	3,31	23,01	76,27	1,01	6,51	0,73	0,081	
21	CUN_411_21	110,00	795	1	652	5	0	0,00	48,00	46,90	0,010	0,120	0,08	0,00	0,0014	79,54	10,00	1,00	3,31	36,01	119,33	1,00	5,88	0,76	0,037	
22	CUN_411_22	153,00	3319	1	1137	5	0	0,00	46,90	46,40	0,003	0,120	0,08	0,00	0,0045	79,54	10,00	1,00	3,31	36,01	119,35	1,00	4,24	0,84	0,124	
23	CUN_411_23	79,00	1143	1	456	5	0	0,00	46,40	46,00	0,005	0,120	0,08	0,00	0,0016	79,54	10,00	1,00	3,31	36,01	119,35	1,00	4,50	0,83	0,044	
24	CUN_411_24	96,00	1267	1	631	5	0	0,00	43,91	42,70	0,013	0,120	0,08	0,00	0,0019	79,54	10,00	1,00	3,31	36,01	119,35	1,00	4,89	0,81	0,051	

	Denominación	Longitud cunetas (m)	Pendiente (%)	Tipo	Qmáx (m3/s)	Q25 (m3/s)	COMENTARIOS	VÁLIDO	Vmáx (m3/s)	VÁLIDO
01	CUN_411_01	92,00	0,4	D-1	0,346	0,022		SI	1,38	SI
02	CUN_411_02	99,00	2,4	D-2	0,539	0,051		SI	2,46	SI
03	CUN_411_03	229,00	0,2	D-1	0,216	0,049		SI	0,86	SI
04	CUN_411_04	243,00	0,7	D-1	0,442	0,129	RECIBE 01+03	SI	1,77	SI
05	CUN_411_05	152,00	0,3	D-1	0,276	0,157		SI	1,10	SI
06	CUN_411_06	225,00	3,0	D-1	0,907	0,038		SI	3,63	SI
07	CUN_411_07	180,00	1,7	D-1	0,678	0,428	RECIBE 04+05+06	SI	2,71	SI
08	CUN_411_08	236,00	1,0	D-1	0,525	0,023		SI	2,10	SI
09	CUN_411_09	225,00	1,0	D-1	0,531	0,024		SI	2,12	SI
10	CUN_411_10	151,00	1,6	T-1	0,437	0,027		SI	2,43	SI
11	CUN_411_11	376,00	1,8	D-1	0,703	0,652	RECIBE 02 + 07 + 10 + 19	SI	2,60	SI
12	CUN_411_12	252,00	1,6	T-1	0,447	0,090		SI	2,48	SI
13	CUN_411_13	149,00	0,7	T-1	0,283	0,033		SI	1,57	SI
14	CUN_411_14	335,00	2,2	D-1	0,777	0,223	RECIBE 13 + 15	SI	3,11	SI
15	CUN_411_15	372,00	1,0	D-1	0,527	0,141		SI	2,11	SI
16	CUN_411_16	344,00	1,5	D-1	0,633	0,277	RECIBE 14	SI	2,53	SI
17	CUN_411_17	308,00	1,6	D-1	0,655	0,030		SI	2,62	SI
18	CUN_411_18	126,00	0,8	T-1	0,311	0,018		SI	1,73	SI
19	CUN_411_19	46,00	2,2	D-1	0,783	0,013		SI	3,13	SI
20	CUN_411_20	97,00	4,4	T-1	0,734	0,081		SI	4,08	SI
21	CUN_411_21	110,00	1,0	T-1	0,349	0,037		SI	1,94	SI
22	CUN_411_22	153,00	0,3	T-1	0,199	0,124		SI	1,11	SI
23	CUN_411_23	79,00	0,5	T-1	0,248	0,044		SI	1,38	SI
24	CUN_411_24	96,00	1,3	T-1	0,392	0,095	RECIBE 23	SI	2,18	SI

APÉNDICE IV. CÁLCULOS MECÁNICOS DE TUBERÍAS

ÍNDICE

1	TUBERÍAS DE HORMIGÓN ARMADO.....	2
1.1	ODT 408+045.....	2
1.2	ODT 408+055.....	3
1.3	ODT 408+345.....	4
1.4	OTDL1 408+405.....	5
1.5	OTDL2 408+865.....	6
1.6	OTDL1 411+530.....	7
1.7	OTDL2 411+485.....	8
1.8	OTDL3 408+385.....	9
1.9	OTDL5 411+490.....	10
1.10	OTDL 6411+650.....	11
2	TUBERÍAS DE PVC	12
2.1	OTDL3 409+003.....	12
2.2	OTDL4 411+490.....	16
3	TUBERÍAS DE ACERO CORRUGADO.....	20

1 TUBERÍAS DE HORMIGÓN ARMADO

1.1 ODT 408+045

31/1/22 18:03

Terraplén

Cálculo Terraplén

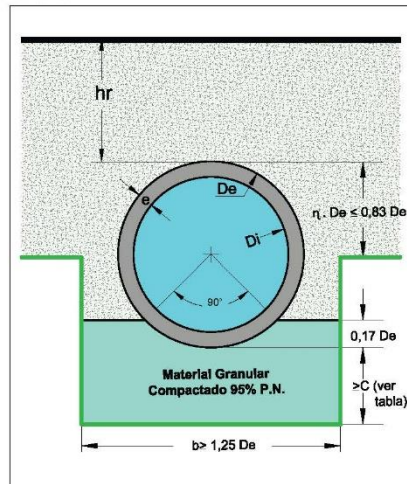


DATOS DE SERVICIO

Diámetro interior, Di	1200 mm
Espesor, e	125 mm
Diámetro Exterior, De	1450 mm
Altura de relleno, hr	5.76 m
Factor de apoyo terraplén	1,92
Razón de proyección, η	0.6

Tipo de apoyo

Tipo C: Apoyo granular AL 95% de la densidad Proctor Normal a 90°



Carga puntual

Carga	0 t
Distancia	0 m

Carga distribuida

Carga	0 t/m ²
-------	--------------------

Terreno

Tipo de terreno	Arenas y gravas
λμ'	0,17
λ	0,33
Peso específico, γ _r	17,6 kN/m ³
Tipo de base	Suelo Natural Ordinario

Cargas de tráfico

Tráfico automovilístico	Triple eje de 60 t
Tráfico ferroviario	Ninguna
Velocidad de proyecto	Velocidad entre 120 y 220 km/h
Tráfico de Aeronaves	Ninguno

31/1/22 18:03

Terraplén

CÁLCULOS FINALES

Identificación de proyecto

Cliente Betancourt Ingenieros
Obra ODT 408+045 Enlace 409 Autovía A-7

Cargas

Carga total terraplén	219,13 kN/m
Carga mínima de rotura	142,69 kN/m ²
Carga mínima de fisuración	95,13 kN/m ²

Clase resistente (clasificación tipo A)

CLASE IV

Clase resistente (clasificación tipo E)

CLASE 180

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

<https://www.atha.es/programas-calculo/terraplen.html>

2/2

<https://www.atha.es/programas-calculo/terraplen.html>

1/2

1.2 ODT 408+055

4/2/22, 11:58

Terraplén

Cálculo Terraplén

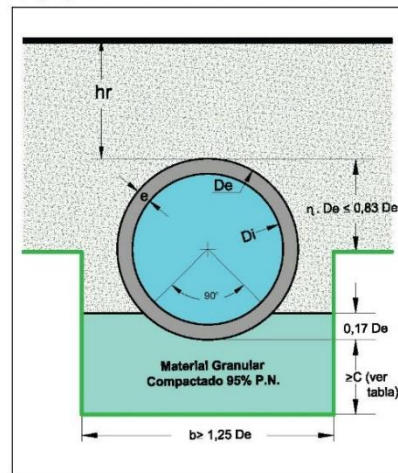


DATOS DE SERVICIO

Diámetro interior, Di	600 mm
Espesor, e	75 mm
Diámetro Exterior, De	750 mm
Altura de relleno, hr	1,36 m
Factor de apoyo terraplén	1,96
Razón de proyección, η	0,6

Tipo de apoyo

Tipo C: Apoyo granular AL 95% de la densidad Proctor Normal a 90°



Carga puntual

Carga	0 t
Distancia	0 m

Carga distribuida

Carga	0 t/m ²
-------	--------------------

Terreno

Tipo de terreno	Arenas y gravas
λμ'	0,17
λ	0,33
Peso específico, γ _r	17,6 kN/m ³
Tipo de base	Suelo Natural Ordinario

Cargas de tráfico

Tráfico automovilístico	Triple eje de 60 t
Tráfico ferroviario	Ninguna
Velocidad de proyecto	Velocidad entre 120 y 220 km/h
Tráfico de Aeronaves	Ninguno

4/2/22, 12:35

Terraplén

CÁLCULOS FINALES

Identificación de proyecto

Cliente Betancourt Ingenieros
 Obra ODTL1 408+055 Enlace 409 Autovía A-7

Cargas

Carga total terraplén	49,68 kN/m
Carga mínima de rotura	63,42 kN/m ²
Carga mínima de fisuración	42,28 kN/m ²

Clase resistente (clasificación tipo A)

CLASE II

Clase resistente (clasificación tipo E)

CLASE 90

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

1.3 ODT 408+345

31/1/22 18:04

Terraplén

Cálculo Terraplén

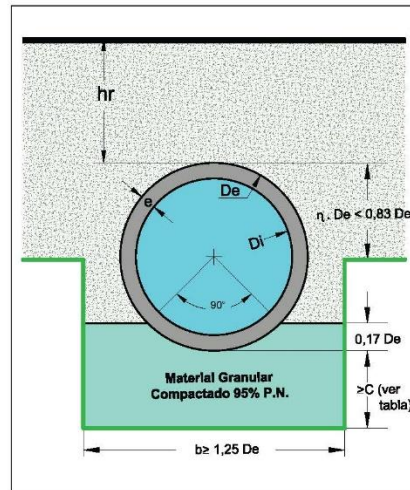


DATOS DE SERVICIO

Diámetro interior, Di	1200 mm
Espesor, e	125 mm
Diámetro Exterior, De	1450 mm
Altura de relleno, hr	3,39 m
Factor de apoyo terraplén	1,94
Razón de proyección, η	0,6

Tipo de apoyo

Tipo C: Apoyo granular AL 95% de la densidad Proctor Normal a 90°



Carga puntual

Carga	0 t
Distancia	0 m

Carga distribuida

Carga	0 t/m ²
-------	--------------------

Terreno

Tipo de terreno	Arenas y gravas
λμ'	0,17
λ	0,33
Peso específico, γ _r	17,6 kN/m ³
Tipo de base	Suelo Natural Ordinario

Cargas de tráfico

Tráfico automovilístico	Triple eje de 60 t
Tráfico ferroviario	Ninguna
Velocidad de proyecto	Velocidad entre 120 y 220 km/h
Tráfico de Aeronaves	Ninguno

31/1/22 18:04

Terraplén

CÁLCULOS FINALES

Identificación de proyecto

Cliente Betancourt Ingenieros
 Obra ODT 408+345 Enlace 409 Autovía A-7

Cargas

Carga total terraplén	136,22 kN/m
Carga mínima de rotura	87,63 kN/m ²
Carga mínima de fisuración	58,42 kN/m ²

Clase resistente (clasificación tipo A)

CLASE III

Clase resistente (clasificación tipo E)

CLASE 90

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

1.4 OTDL1 408+405

31/1/22 18:05

Terraplén

Cálculo Terraplén

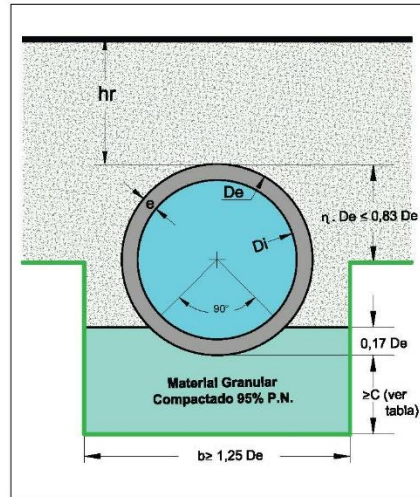
Según UNE 127 916: 2020


DATOS DE SERVICIO

Diámetro interior, Di	600 mm
Espesor, e	75 mm
Diámetro Exterior, De	750 mm
Altura de relleno, hr	1.92 m
Factor de apoyo terraplén	1,93
Razón de proyección, η	0.6

Tipo de apoyo

Tipo C: Apoyo granular AL 95% de la densidad Proctor Normal a 90°



Carga puntual

Carga	0 t
Distancia	0 m

Carga distribuida

Carga	0 t/m ²
-------	--------------------

Terreno

Tipo de terreno	Arenas y gravas
λμ'	0,17
λ	0,33
Peso específico, γ _r	17,6 kN/m ³
Tipo de base	Suelo Natural Ordinario

Cargas de tráfico

Tráfico automovilístico	Triple eje de 60 t
Tráfico ferroviario	Ninguna
Velocidad de proyecto	Velocidad entre 120 y 220 km/h
Tráfico de Aeronaves	Ninguno

31/1/22 18:05

Terraplén

CÁLCULOS FINALES

Identificación de proyecto

Cliente Betancourt Ingenieros
 Obra ODT 408+405 Enlace 409 Autovía A-7

Cargas

Carga total terraplén	56,31 kN/m
Carga mínima de rotura	72,81 kN/m ²
Carga mínima de fisuración	48,54 kN/m ²

Clase resistente (clasificación tipo A)

CLASE II

Clase resistente (clasificación tipo E)

CLASE 90

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

1.5 OTDL2 408+865

31/1/22 18:11

Terraplén

Cálculo Terraplén

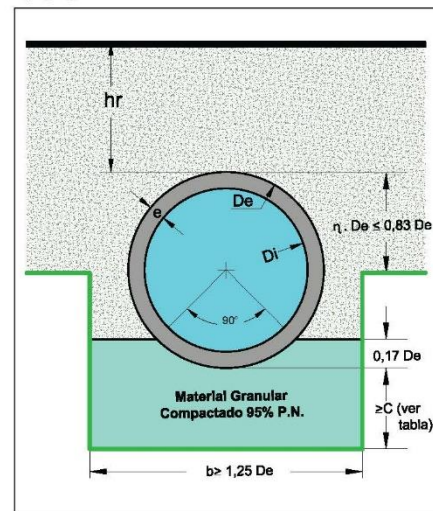
Según UNE 127 916: 2020


DATOS DE SERVICIO

Diámetro interior, Di	400 mm
Espesor, e	59 mm
Diámetro Exterior, De	518 mm
Altura de relleno, hr	2.53 m
Factor de apoyo terraplén	1,91
Razón de proyección, η	0.6

Tipo de apoyo

Tipo C: Apoyo granular AL 95% de la densidad Proctor Normal a 90°



Carga puntual

Carga	0 t
Distancia	0 m

Carga distribuida

Carga	0 t/m ²
-------	--------------------

Terreno

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

Cargas de tráfico

Tráfico automovilístico	Triple eje de 60 t
Tráfico ferroviario	Ninguna
Velocidad de proyecto	Velocidad entre 120 y 220 km/h
Tráfico de Aeronaves	Ninguno

31/1/22 18:11

Terraplén

CÁLCULOS FINALES

Identificación de proyecto

Cliente Betancourt Ingenieros
 Obra OTDL 408+865 Enlace 409 Autovía A-7

Cargas

Carga total terraplén	44,81 kN/m
Carga mínima de rotura	88,12 kN/m ²
Carga mínima de fisuración	58,75 kN/m ²

Clase resistente (clasificación tipo A)

CLASE III

Clase resistente (clasificación tipo E)

CLASE 90

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

1.6 OTDL1 411+530

4/2/22, 12:32

Terraplén



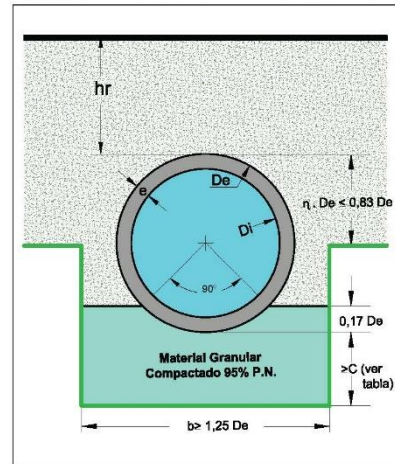
Cálculo Terraplén

DATOS DE SERVICIO

Diámetro interior, Di	500 mm
Espesor, e	67 mm
Diámetro Exterior, De	634 mm
Altura de relleno, hr	0,64 m
Factor de apoyo terraplén	2,04
Razón de proyección, η	0,6

Tipo de apoyo

Tipo C: Apoyo granular AL 95% de la densidad Proctor Normal a 90°



Carga puntual

Carga	0 t
Distancia	0 m

Carga distribuida

Carga	0 t/m ²
-------	--------------------

Terreno

Tipo de terreno	Arenas y gravas
λμ'	0,17
λ	0,33
Peso específico, γ _r	17,6 kN/m ³
Tipo de base	Suelo Natural Ordinario

Cargas de tráfico

Tráfico automovilístico	Triple eje de 60 t
Tráfico ferroviario	Ninguna
Velocidad de proyecto	Velocidad entre 120 y 220 km/h
Tráfico de Aeronaves	Ninguno

<https://www.atha.es/programas-calculo/terraplen.html>

1/2

4/2/22, 12:32

Terraplén

CÁLCULOS FINALES

Identificación de proyecto

Cliente Betancourt Ingenieros
 Obra OTDL1 411+530 Enlace 411 Autovía A-7

Cargas

Carga total terraplén	35,22 kN/m
Carga mínima de rotura	51,88 kN/m ²
Carga mínima de fisuración	34,59 kN/m ²

Clase resistente (clasificación tipo A)

CLASE I

Clase resistente (clasificación tipo E)

CLASE 60

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

<https://www.atha.es/programas-calculo/terraplen.html>

2/2

1.7 OTDL2 411+485

31/1/22 18:20

Terraplén

Cálculo Terraplén

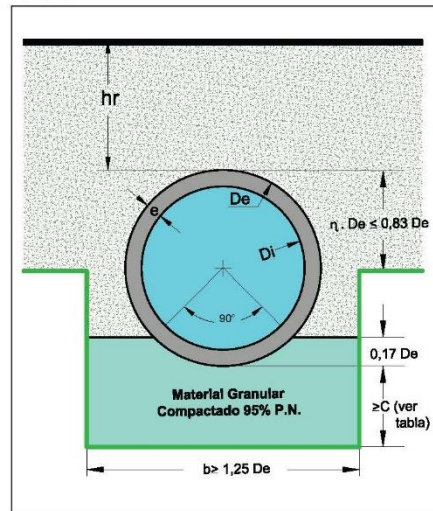
Según UNE 127 916: 2020


DATOS DE SERVICIO

Diámetro interior, Di	600 mm
Espesor, e	75 mm
Diámetro Exterior, De	750 mm
Altura de relleno, hr	0,48 m
Factor de apoyo terraplén	2,12
Razón de proyección, η	0,6

Tipo de apoyo

Tipo C: Apoyo granular AL 95% de la densidad Proctor Normal a 90°



Carga puntual

Carga	0 t
Distancia	0 m

Carga distribuida

Carga	0 t/m ²
-------	--------------------

Terreno

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

Cargas de tráfico

Tráfico automovilístico	Triple eje de 60 t
Tráfico ferroviario	Ninguna
Velocidad de proyecto	Velocidad entre 120 y 220 km/h
Tráfico de Aeronaves	Ninguno

31/1/22 18:20

Terraplén

CÁLCULOS FINALES

Identificación de proyecto

Cliente Betancourt Ingenieros
 Obra OTDL2 411+485 Enlace 411 Autovía A-7

Cargas

Carga total terraplén	45,04 kN/m
Carga mínima de rotura	53,03 kN/m ²
Carga mínima de fisuración	35,35 kN/m ²

Clase resistente (clasificación tipo A)

CLASE I

Clase resistente (clasificación tipo E)

CLASE 60

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

1.8 OTDL3 408+385

31/1/22 18:21

Terraplén

Cálculo Terraplén

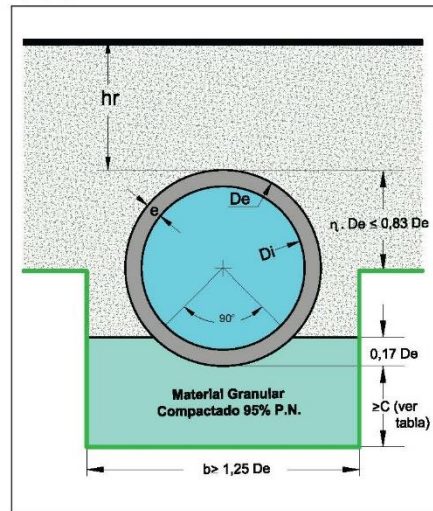


DATOS DE SERVICIO

Diámetro interior, Di	600 mm
Espesor, e	75 mm
Diámetro Exterior, De	750 mm
Altura de relleno, hr	1.12 m
Factor de apoyo terraplén	1,98
Razón de proyección, η	0.6

Tipo de apoyo

Tipo C: Apoyo granular AL 95% de la densidad Proctor Normal a 90°



Carga puntual

Carga	0 t
Distancia	0 m

Carga distribuida

Carga	0 t/m ²
-------	--------------------

Terreno

Tipo de terreno	Arenas y gravas
λμ'	0,17
λ	0,33
Peso específico, γ _r	17,6 kN/m ³
Tipo de base	Suelo Natural Ordinario

Cargas de tráfico

Tráfico automovilístico	Triple eje de 60 t
Tráfico ferroviario	Ninguna
Velocidad de proyecto	Velocidad entre 120 y 220 km/h
Tráfico de Aeronaves	Ninguno

31/1/22 18:21

Terraplén

CÁLCULOS FINALES

Identificación de proyecto

Cliente Betancourt Ingenieros
 Obra OTDL3 411+485 Enlace 411 Autovía A-7

Cargas

Carga total terraplén	42,06 kN/m
Carga mínima de rotura	53,13 kN/m ²
Carga mínima de fisuración	35,42 kN/m ²

Clase resistente (clasificación tipo A)

CLASE I

Clase resistente (clasificación tipo E)

CLASE 60

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

1.9 OTDL5 411+490

31/1/22 18:22

Terraplén

Cálculo Terraplén

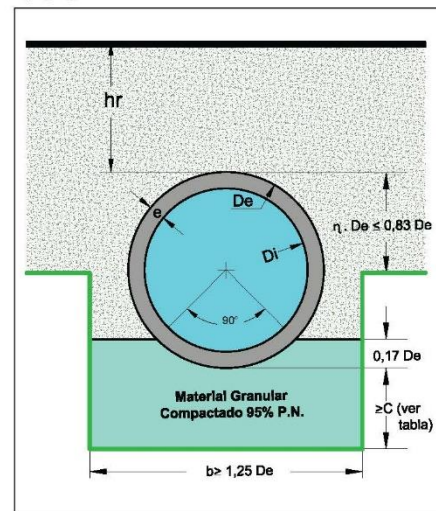
Según UNE 127 916: 2020


DATOS DE SERVICIO

Diámetro interior, Di	600 mm
Espesor, e	75 mm
Diámetro Exterior, De	750 mm
Altura de relleno, hr	0.81 m
Factor de apoyo terraplén	2,03
Razón de proyección, η	0.6

Tipo de apoyo

Tipo C: Apoyo granular AL 95% de la densidad Proctor Normal a 90°



Carga puntual

Carga	0 t
Distancia	0 m

Carga distribuida

Carga	0 t/m ²
-------	--------------------

Terreno

Tipo de terreno	Arenas y gravas
λμ'	0,17
λ	0,33
Peso específico, γ _r	17,6 kN/m ³
Tipo de base	Suelo Natural Ordinario

Cargas de tráfico

Tráfico automovilístico	Triple eje de 60 t
Tráfico ferroviario	Ninguna
Velocidad de proyecto	Velocidad entre 120 y 220 km/h
Tráfico de Aeronaves	Ninguno

31/1/22 18:22

Terraplén

CÁLCULOS FINALES

Identificación de proyecto

Cliente Betancourt Ingenieros
 Obra OTDL5 411+490 Enlace 411 Autovía A-7

Cargas

Carga total terraplén	38,26 kN/m
Carga mínima de rotura	47,21 kN/m ²
Carga mínima de fisuración	31,47 kN/m ²

Clase resistente (clasificación tipo A)

CLASE I

Clase resistente (clasificación tipo E)

CLASE 60

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

1.10OTDL 6411+650

31/1/22 18:24

Terraplén

Cálculo Terraplén

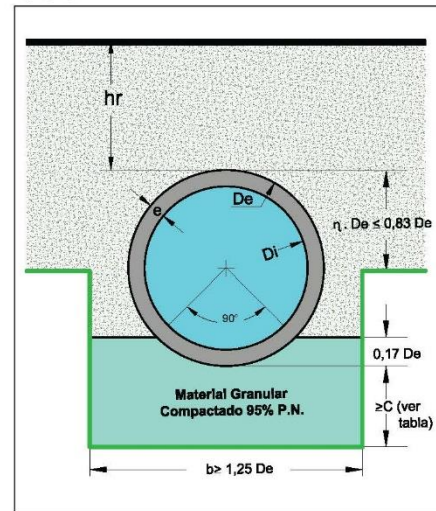
Según UNE 127 916: 2020


DATOS DE SERVICIO

Diámetro interior, Di	1200 mm
Espesor, e	125 mm
Diámetro Exterior, De	1450 mm
Altura de relleno, hr	1,37 m
Factor de apoyo terraplén	2,05
Razón de proyección, η	0,6

Tipo de apoyo

Tipo C: Apoyo granular AL 95% de la densidad Proctor Normal a 90°



Carga puntual

Carga	0 t
Distancia	0 m

Carga distribuida

Carga	0 t/m ²
-------	--------------------

Terreno

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

Cargas de tráfico

Tráfico automovilístico	Triple eje de 60 t
Tráfico ferroviario	Ninguna
Velocidad de proyecto	Velocidad entre 120 y 220 km/h
Tráfico de Aeronaves	Ninguno

31/1/22 18:24

Terraplén

CÁLCULOS FINALES

Identificación de proyecto

Cliente Betancourt Ingenieros
 Obra ODTL6 411+650 Enlace 411 Autovía A-7

Cargas

Carga total terraplén	76,54 kN/m
Carga mínima de rotura	46,73 kN/m ²
Carga mínima de fisuración	31,15 kN/m ²

Clase resistente (clasificación tipo A)

CLASE I

Clase resistente (clasificación tipo E)

CLASE 60

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

2 TUBERÍAS DE PVC

Nota: Dado que las tuberías se instalarán embebidas en hormigón en masa, de cara al estudio de resistencia se simula dicho recubrimiento mediante pavimento de hormigón sobre tubería.

2.1 OTDL3 409+003



Informe de resultados de cálculo mecánico

DATOS SOBRE EL INFORME

Informe número : ODT 409+003
 Fecha : 01-02-2022
 A la atención de D./Dña. : BETANCOURT INGENIEROS
 Empresa / Entidad : BETANCOURT INGENIEROS
 Ciudad : EL EJIDO (ALMERÍA)
 Teléfono/Fax :
 Correo electrónico : llopez@betancourt.es
 Referencia de la obra : ODT 409+003

INSTALACIÓN VÁLIDA

Coefficiente de seguridad empleado en el cálculo: A (>2,5)

1. CARACTERÍSTICAS DEL TUBO Y LA INSTALACIÓN

Tipo de conducción :	Saneamiento sin presión (Tubos según norma UNE-EN 1401-1)	
Tipo de Instalación :	Instalación en zanja terraplenada	
	Tubo	Unidades
Material del tubo :	PVC-U	
Reguidez Nominal(SN) :	4	KN/m ²
Diámetro nominal (DN) :	400	mm
Espesor (e) :	9.8	mm
Diámetro interior (di) :	380.4	mm
Radio medio (Rm) :	0.1951	mm
Módulo de elasticidad :	Et(lp)=1750, Et(cp)=3600;	N/mm ²
Peso específico (P.esp.) :	14.6	kN/m ³
Esfuerzo tang. máximo :	Sigma-t(lp)= 50, Sigma-t(cp)=90	N/mm ²

Las propiedades del material se han obtenido según la norma UNE 53331

Este programa es una herramienta gratuita, que puede ser utilizada por personas con conocimientos técnicos en el cálculo estático de tuberías. El programa no puede reemplazar al ingeniero responsable.



1. CARACTERÍSTICAS DEL TUBO Y LA INSTALACIÓN

	Tubo	Unidades	
Presión interior del agua (Pi) :	0	bar	
Presión exterior del agua (Pe) :	0.002	bar	
Altura de la zanja (H) :	0.1	m	
Altura de recubrimiento en terraplén (Hterr):	0.13	m	
Anchura de la zanja (B) :	0.8	m	
Ángulo de inclinación de la zanja (Beta) :	80	º	
Apoyo sobre material granular compactado (Tipo A)			
Ángulo de apoyo :	2alfaD=180		
Tipo de suelo :	No cohesivo		
	Tubo 1		
Tipo de relleno en la zona superior o zona 1 :	No cohesivo		
Tipo de instalación del relleno superior o zona 1 :	Relleno compactado por capas en toda la altura de la zanja		
Tipo de relleno zona 2 o alrededor del tubo :	No cohesivo		
Peso específico de la tierra de relleno :	Y1=25 kN/m ³		
Peso específico de la zanja terraplenada :	Y2=20 kN/m ³		
Módulos de compresión del relleno :	E1=16 N/mm ² E2= 16 N/mm ²		
Módulos de compresión del terreno :	E3=16 N/mm ² E4= 16 N/mm ²		
	Largo plazo	Corto plazo	Unidades
Sobrecargas concentradas debidas a tráfico :	HT 60	HT 60	
Número de ejes de los vehículos :	3	3	
Distancia entre ruedas (a) :	2	2	m
Distancia entre ejes (b) :	1.5	1.5	m
Sobrecarga concentrada (Pc) :	100	100	kN
Sobrecarga repartida (Pd) :	0	0	kN
Altura 1ª capa de pavimentación (h1) :	0.2	0.2	m
Altura 2ª capa de pavimentación (h2) :	0.2	0.2	m
Módulos de compresión de las capas de pavimentación	Ef1=350 Ef2= 20000	Ef1=350 Ef2= 20000	N/mm ²

Este programa es una herramienta gratuita, que puede ser utilizada por personas con conocimientos técnicos en el cálculo estático de tuberías. El programa no puede reemplazar al ingeniero responsable.

2.DETERMINACIÓN DE LAS ACCIONES SOBRE EL TUBO

2.1. PRESIÓN VERTICAL DE LAS TIERRAS

	Largo plazo	Corto plazo	Unidades
Debida a las tierras (qv) :	4,71233	4,78801	kN/m ²
Debida a las sobrecargas concentradas (Pvc) :	21,82351	21,82351	kN/m ²
Debida a las sobrecargas repartidas (Pvr) :	0	0	kN/m ²
Presión vertical total sobre el tubo (qvt) :	26,53584	26,61153	kN/m ²

2.2.PRESIÓN LATERAL DE LAS TIERRAS

	Largo plazo	Corto plazo	Unidades
Reacción máxima lateral del suelo a la altura del centro del tubo (qht):	3,32466	3,33605	kN/m ²

2.3. DEFORMACIÓN RELATIVA

Largo plazo :	dv=0.60803081778315 %	Cumple <= 5%
Corto plazo :	dv= 0.44536171465745 %	Cumple <= 5%

2.4. MOMENTOS FLECTORES CIRCUNFERENCIALES

2.4.1 DEBIDO A LAS CARGAS VERTICALES SOBRE EL TUBO (MQVT)

	Largo plazo	Corto plazo	Unidades
En Clave (Mqvt) :	0,25252	0,25324	kN/m
En Riñones (Mqvt) :	-0,25252	-0,25324	kN/m
En Base (Mqvt) :	0,25252	0,25324	kN/m

2.4.2 DEBIDOS A LA PRESIÓN LATERAL DEL RELLENO SOBRE EL TUBO (MQH)

	Largo plazo	Corto plazo	Unidades
En Clave (Mqh) :	-0,01912	-0,01898	kN/m
En Riñones (Mqh) :	0,01912	0,01898	kN/m
En Base (Mqh) :	-0,01912	-0,01898	kN/m

Este programa es una herramienta gratuita, que puede ser utilizada por personas con conocimientos técnicos en el cálculo estático de tuberías. El programa no puede reemplazar al ingeniero responsable.

2.4.3 DEBIDOS A LA REACCIÓN MÁXIMA LATERAL DEL SUELO A LA ALTURA DEL CENTRO DEL TUBO (MQHT)

	Largo plazo	Corto plazo	Unidades
En Clave (Mqht) :	-0,02291	-0,02298	kN/m
En Riñones (Mqht) :	0,02632	0,02641	kN/m
En Base (Mqht) :	-0,02291	-0,02298	kN/m

2.4.4 DEBIDOS AL PROPIO PESO DEL TUBO (MT)

	Largo plazo	Corto plazo	Unidades
En Clave (Mt) :	0,00188	0,00188	kN/m
En Riñones (Mt) :	-0,00214	-0,00214	kN/m
En Base (Mt) :	0,00240	0,00240	kN/m

2.4.5 DEBIDOS AL PESO DEL AGUA (MA)

	Largo plazo	Corto plazo	Unidades
En Clave (Ma) :	0,01277	0,01277	kN/m
En Riñones (Ma) :	-0,01456	-0,01456	kN/m
En Base (Ma) :	0,01634	0,01634	kN/m

2.4.6 DEBIDOS A LA PRESIÓN DEL AGUA (MPA)

	Largo plazo	Corto plazo	Unidades
En Clave (Mpa) :	0,000	0,000	kN/m
En Riñones (Mpa) :	0,000	0,000	kN/m
En Base (Mpa) :	0,000	0,000	kN/m

2.4.7 MOMENTO FLECTOR TOTAL (M)

	Largo plazo	Corto plazo	Unidades
En Clave :	0,22514	0,22593	kN/m
En Riñones :	-0,22377	-0,22454	kN/m
En Base :	0,22923	0,23001	kN/m

Este programa es una herramienta gratuita, que puede ser utilizada por personas con conocimientos técnicos en el cálculo estático de tuberías. El programa no puede reemplazar al ingeniero responsable.

2. DETERMINACIÓN DE LAS ACCIONES SOBRE EL TUBO

2.5. FUERZAS AXILES

2.5.1 DEBIDAS A LA PRESIÓN VERTICAL TOTAL SOBRE EL TUBO (NQVT)

	Largo plazo	Corto plazo	Unidades
En Clave (Nqvt) :	0,00000	0,00000	kN/m
En Riñones (Nqvt) :	-5,17714	-5,19191	kN/m
En Base (Nqvt) :	0,00000	0,00000	kN/m

2.5.2 DEBIDAS A LA PRESIÓN LATERAL DEL RELLENO SOBRE EL TUBO (NQH)

	Largo plazo	Corto plazo	Unidades
En Clave (Nqh) :	-0,39201	-0,38907	kN/m
En Riñones (Nqh) :	0,00000	0,00000	kN/m
En Base (Nqh) :	-0,39201	-0,38907	kN/m

2.5.3 DEBIDAS A LA REACCIÓN MÁXIMA LATERAL DEL SUELO A LA ALTURA DEL CENTRO DEL TUBO (NQHT)

	Largo plazo	Corto plazo	Unidades
En Clave (Nqht) :	-0,37427	-0,37555	kN/m
En Riñones (Nqht) :	0,00000	0,00000	kN/m
En Base (Nqht) :	-0,37427	-0,37555	kN/m

2.5.4 DEBIDOS AL PROPIO PESO DEL TUBO (NT)

	Largo plazo	Corto plazo	Unidades
En Clave (Nt) :	0,00466	0,00466	kN/m
En Riñones (Nt) :	-0,04385	-0,04385	kN/m
En Base (Nt) :	-0,00466	-0,00466	kN/m

Este programa es una herramienta gratuita, que puede ser utilizada por personas con conocimientos técnicos en el cálculo estático de tuberías. El programa no puede reemplazar al ingeniero responsable.

2.5.5 DEBIDOS AL PESO DEL AGUA (NA)

	Largo plazo	Corto plazo	Unidades
En Clave (Na) :	0,22191	0,22191	kN/m
En Riñones (Na) :	0,08184	0,08184	kN/m
En Base (Na) :	0,53937	0,53937	kN/m

2.5.6 DEBIDOS A LA PRESIÓN DEL AGUA (NPA)

	Largo plazo	Corto plazo	Unidades
En Clave (Npa) :	0,00000	0,00000	kN/m
En Riñones (Npa) :	0,00000	0,00000	kN/m
En Base (Npa) :	0,00000	0,00000	kN/m

2.5.7 FUERZA AXIL TOTAL (N)

	Largo plazo	Corto plazo	Unidades
En Clave (N) :	-0,53970	-0,53804	kN/m
En Riñones (N) :	-5,13916	-5,15393	kN/m
En Base (N) :	-0,23157	-0,22991	kN/m

Este programa es una herramienta gratuita, que puede ser utilizada por personas con conocimientos técnicos en el cálculo estático de tuberías. El programa no puede reemplazar al ingeniero responsable.

2. DETERMINACIÓN DE LAS ACCIONES SOBRE EL TUBO

2.6. ESFUERZOS TANGENCIALES MÁXIMOS

	Largo plazo	Corto plazo	Unidades
En Clave (N) :	14,24591	14,29596	N/mm ²
En Riñones (N) :	13,22122	13,26723	N/mm ²
En Base (N) :	14,53699	14,58704	N/mm ²

2.7. VERIFICACIÓN DEL ESFUERZO TANGENCIAL(COEF. DE SEGURIDAD A ROTURA)

	Largo plazo		
En Clave :	3,50978	Cumple >2.5	
En Riñones :	3,78180	Cumple >2.5	
En Base :	3,43950	Cumple >2.5	
	Corto plazo		
En Clave :	6,29548	Cumple >2.5	
En Riñones :	6,78363	Cumple >2.5	
En Base :	6,16986	Cumple >2.5	

2.8. ESTABILIDAD (COEFICIENTES DE SEGURIDAD AL APLASTAMIENTO)

	Largo plazo		
Debido al terreno, n1:	31,74786	Cumple >2.5	
AlphaD:	18,222	-	
Debido a la presión ext. de agua, n2:	168,39128	Cumple >2.5	
Debido al terreno y al agua, n3:	26,71173	Cumple >2.5	
	Corto plazo		
Debido al terreno, n1:	45,40562	Cumple >2.5	
AlphaD:	15,21423	-	
Debido a la presión ext. de agua, n2:	289,23296	Cumple >2.5	
Debido al terreno y al agua, n3:	39,24474	Cumple >2.5	

Este programa es una herramienta gratuita, que puede ser utilizada por personas con conocimientos técnicos en el cálculo estático de tuberías. El programa no puede reemplazar al ingeniero responsable.

2.2 OTDL4 411+490



Informe de resultados de cálculo mecánico

DATOS SOBRE EL INFORME

Informe número : OTDL 4 411+490
 Fecha : 01-02-2022
 A la atención de D./Dña. : BETANCOURT INGENIEROS
 Empresa / Entidad : BETANCOURT INGENIEROS
 Ciudad : EL EJIDO (ALMERÍA)
 Teléfono/Fax :
 Correo electrónico : llopez@betancourt.es
 Referencia de la obra : OTDL 4 411+490

INSTALACIÓN VÁLIDA

Coefficiente de seguridad empleado en el cálculo: A (>2,5)

1. CARACTERÍSTICAS DEL TUBO Y LA INSTALACIÓN

Tipo de conducción :	Saneamiento sin presión (Tubos según norma UNE-EN 1401-1)	
Tipo de instalación :	Instalación en zanja terraplenada	
	Tubo	Unidades
Material del tubo :	PVC-U	
Regídez Nominal(SN) :	4	KN/m ²
Diámetro nominal (DN) :	630	mm
Espesor (e) :	15.4	mm
Diámetro interior (di) :	599.2	mm
Radio medio (Rm) :	0.3073	mm
Módulo de elasticidad :	Et(p)=1750, Et(cp)=3600;	N/mm ²
Peso específico (P.esp.) :	14.6	kN/m ³
Esfuerzo tang. máximo :	Sigma-t(lp)= 50, Sigma-t(cp)=90	N/mm ²

Las propiedades del material se han obtenido según la norma UNE 53331

Este programa es una herramienta gratuita, que puede ser utilizada por personas con conocimientos técnicos en el cálculo estático de tuberías. El programa no puede reemplazar al ingeniero responsable.



1. CARACTERÍSTICAS DEL TUBO Y LA INSTALACIÓN

	Tubo	Unidades	
Presión interior del agua (Pi) :	0	bar	
Presión exterior del agua (Pe) :	0.00315	bar	
Altura de la zanja (H) :	0.2	m	
Altura de recubrimiento en terraplén (Hterr) :	0.2	m	
Anchura de la zanja (B) :	1	m	
Ángulo de inclinación de la zanja (Beta) :	80	º	
Apoyo sobre material granular compactado (Tipo A)			
Ángulo de apoyo :	2alfaD=180		
Tipo de suelo :	No cohesivo		
	Tubo 1		
Tipo de relleno en la zona superior o zona 1 :	No cohesivo		
Tipo de instalación del relleno superior o zona 1 :	Relleno compactado por capas en toda la altura de la zanja		
Tipo de relleno zona 2 o alrededor del tubo :	No cohesivo		
Peso específico de la tierra de relleno :	Y1=25 kN/m ³		
Peso específico de la zanja terraplenada :	Y2=20 kN/m ³		
Módulos de compresión del relleno :	E1=16 N/mm ² E2= 16 N/mm ²		
Módulos de compresión del terreno :	E3=16 N/mm ² E4= 16 N/mm ²		
	Largo plazo	Corto plazo	Unidades
Sobrecargas concentradas debidas a tráfico :	HT 60	HT 60	
Número de ejes de los vehículos :	3	3	
Distancia entre ruedas (a) :	2	2	m
Distancia entre ejes (b) :	1.5	1.5	m
Sobrecarga concentrada (Pc) :	100	100	kN
Sobrecarga repartida (Pd) :	0	0	kN
Altura 1ª capa de pavimentación (h1) :	0.2	0.2	m
Altura 2ª capa de pavimentación (h2) :	0.2	0.2	m
Módulos de compresión de las capas de pavimentación	Ef1=350 Ef2= 20000	Ef1=350 Ef2= 20000	N/mm ²

Este programa es una herramienta gratuita, que puede ser utilizada por personas con conocimientos técnicos en el cálculo estático de tuberías. El programa no puede reemplazar al ingeniero responsable.

2.DETERMINACIÓN DE LAS ACCIONES SOBRE EL TUBO

2.1. PRESIÓN VERTICAL DE LAS TIERRAS

	Largo plazo	Corto plazo	Unidades
Debida a las tierras (qv) :	8,17003	8,29560	kN/m ²
Debida a las sobrecargas concentradas (Pvc) :	20,50007	20,50007	kN/m ²
Debida a las sobrecargas repartidas (Pvr) :	0	0	kN/m ²
Presión vertical total sobre el tubo (qvt) :	28,67010	28,79567	kN/m ²

2.2.PRESIÓN LATERAL DE LAS TIERRAS

	Largo plazo	Corto plazo	Unidades
Reacción máxima lateral del suelo a la altura del centro del tubo (qht) :	5,75326	5,77316	kN/m ²

2.3. DEFORMACIÓN RELATIVA

Largo plazo :	dv=0.6263850914246 %	Cumple <= 5%
Corto plazo :	dv= 0.45949330031498 %	Cumple <= 5%

2.4. MOMENTOS FLECTORES CIRCUNFERENCIALES

2.4.1 DEBIDO A LAS CARGAS VERTICALES SOBRE EL TUBO (MQVT)

	Largo plazo	Corto plazo	Unidades
En Clave (Mqvt) :	0,67685	0,67982	kN/m
En Riñones (Mqvt) :	-0,67685	-0,67982	kN/m
En Base (Mqvt) :	0,67685	0,67982	kN/m

2.4.2 DEBIDOS A LA PRESIÓN LATERAL DEL RELLENO SOBRE EL TUBO (MQH)

	Largo plazo	Corto plazo	Unidades
En Clave (Mqh) :	-0,08247	-0,08175	kN/m
En Riñones (Mqh) :	0,08247	0,08175	kN/m
En Base (Mqh) :	-0,08247	-0,08175	kN/m

Este programa es una herramienta gratuita, que puede ser utilizada por personas con conocimientos técnicos en el cálculo estático de tuberías. El programa no puede reemplazar al ingeniero responsable.

2.4.3 DEBIDOS A LA REACCIÓN MÁXIMA LATERAL DEL SUELO A LA ALTURA DEL CENTRO DEL TUBO (MQHT)

	Largo plazo	Corto plazo	Unidades
En Clave (Mqht) :	-0,09834	-0,09868	kN/m
En Riñones (Mqht) :	0,11301	0,11340	kN/m
En Base (Mqht) :	-0,09834	-0,09868	kN/m

2.4.4 DEBIDOS AL PROPIO PESO DEL TUBO (MT)

	Largo plazo	Corto plazo	Unidades
En Clave (Mt) :	0,00733	0,00733	kN/m
En Riñones (Mt) :	-0,00834	-0,00834	kN/m
En Base (Mt) :	0,00936	0,00936	kN/m

2.4.5 DEBIDOS AL PESO DEL AGUA (MA)

	Largo plazo	Corto plazo	Unidades
En Clave (Ma) :	0,04991	0,04991	kN/m
En Riñones (Ma) :	-0,05688	-0,05688	kN/m
En Base (Ma) :	0,06384	0,06384	kN/m

2.4.6 DEBIDOS A LA PRESIÓN DEL AGUA (MPA)

	Largo plazo	Corto plazo	Unidades
En Clave (Mpa) :	0,000	0,000	kN/m
En Riñones (Mpa) :	0,000	0,000	kN/m
En Base (Mpa) :	0,000	0,000	kN/m

2.4.7 MOMENTO FLECTOR TOTAL (M)

	Largo plazo	Corto plazo	Unidades
En Clave :	0,55328	0,55663	kN/m
En Riñones :	-0,54660	-0,54989	kN/m
En Base :	0,56925	0,57260	kN/m

Este programa es una herramienta gratuita, que puede ser utilizada por personas con conocimientos técnicos en el cálculo estático de tuberías. El programa no puede reemplazar al ingeniero responsable.

2. DETERMINACIÓN DE LAS ACCIONES SOBRE EL TUBO

2.5. FUERZAS AXILES

2.5.1 DEBIDAS A LA PRESIÓN VERTICAL TOTAL SOBRE EL TUBO (NQVT)

	Largo plazo	Corto plazo	Unidades
En Clave (Nqvt) :	0,00000	0,00000	kN/m
En Riñones (Nqvt) :	-8,81032	-8,84891	kN/m
En Base (Nqvt) :	0,00000	0,00000	kN/m

2.5.2 DEBIDAS A LA PRESIÓN LATERAL DEL RELLENO SOBRE EL TUBO (NQH)

	Largo plazo	Corto plazo	Unidades
En Clave (Nqh) :	-1,07352	-1,06409	kN/m
En Riñones (Nqh) :	0,00000	0,00000	kN/m
En Base (Nqh) :	-1,07352	-1,06409	kN/m

2.5.3 DEBIDAS A LA REACCIÓN MÁXIMA LATERAL DEL SUELO A LA ALTURA DEL CENTRO DEL TUBO (NQHT)

	Largo plazo	Corto plazo	Unidades
En Clave (Nqht) :	-1,02012	-1,02365	kN/m
En Riñones (Nqht) :	0,00000	0,00000	kN/m
En Base (Nqht) :	-1,02012	-1,02365	kN/m

2.5.4 DEBIDOS AL PROPIO PESO DEL TUBO (NT)

	Largo plazo	Corto plazo	Unidades
En Clave (Nt) :	0,01154	0,01154	kN/m
En Riñones (Nt) :	-0,10855	-0,10855	kN/m
En Base (Nt) :	-0,01154	-0,01154	kN/m

Este programa es una herramienta gratuita, que puede ser utilizada por personas con conocimientos técnicos en el cálculo estático de tuberías. El programa no puede reemplazar al ingeniero responsable.

2.5.5 DEBIDOS AL PESO DEL AGUA (NA)

	Largo plazo	Corto plazo	Unidades
En Clave (Na) :	0,55055	0,55055	kN/m
En Riñones (Na) :	0,20303	0,20303	kN/m
En Base (Na) :	1,33812	1,33812	kN/m

2.5.6 DEBIDOS A LA PRESIÓN DEL AGUA (NPA)

	Largo plazo	Corto plazo	Unidades
En Clave (Npa) :	0,00000	0,00000	kN/m
En Riñones (Npa) :	0,00000	0,00000	kN/m
En Base (Npa) :	0,00000	0,00000	kN/m

2.5.7 FUERZA AXIL TOTAL (N)

	Largo plazo	Corto plazo	Unidades
En Clave (N) :	-1,53156	-1,52566	kN/m
En Riñones (N) :	-8,71584	-8,75442	kN/m
En Base (N) :	-0,76706	-0,76116	kN/m

Este programa es una herramienta gratuita, que puede ser utilizada por personas con conocimientos técnicos en el cálculo estático de tuberías. El programa no puede reemplazar al ingeniero responsable.

2. DETERMINACIÓN DE LAS ACCIONES SOBRE EL TUBO

2.6. ESFUERZOS TANGENCIALES MÁXIMOS

	Largo plazo	Corto plazo	Unidades
En Clave (N) :	14,13204	14,21856	N/mm ²
En Riñones (N) :	13,03157	13,11111	N/mm ²
En Base (N) :	14,59240	14,67892	N/mm ²

2.7. VERIFICACIÓN DEL ESFUERZO TANGENCIAL(COEF. DE SEGURIDAD A ROTURA)

	Largo plazo		
En Clave :	3,53806	Cumple >2.5	
En Riñones :	3,83684	Cumple >2.5	
En Base :	3,42644	Cumple >2.5	
	Corto plazo		
En Clave :	6,32976	Cumple >2.5	
En Riñones :	6,86441	Cumple >2.5	
En Base :	6,13124	Cumple >2.5	

2.8. ESTABILIDAD (COEFICIENTES DE SEGURIDAD AL APLASTAMIENTO)

	Largo plazo		
Debido al terreno, n1:	29,28209	Cumple >2.5	
AlphaD:	18,281	-	
Debido a la presión ext. de agua, n2:	106,51531	Cumple >2.5	
Debido al terreno y al agua, n3:	22,96797	Cumple >2.5	
	Corto plazo		
Debido al terreno, n1:	41,81540	Cumple >2.5	
AlphaD:	15,26518	-	
Debido a la presión ext. de agua, n2:	182,97301	Cumple >2.5	
Debido al terreno y al agua, n3:	34,03685	Cumple >2.5	

Este programa es una herramienta gratuita, que puede ser utilizada por personas con conocimientos técnicos en el cálculo estático de tuberías. El programa no puede reemplazar al ingeniero responsable.

3 TUBERÍAS DE ACERO CORRUGADO

Se calcula en este apartado la tubería de acero para el escenario más desfavorable, es decir, máxima altura de tierras, efectos de tráfico pesado y sin recubrimiento de hormigón. No obstante, la instalación de estas tuberías se realizará embebidas en hormigón en masa.

Se adjunta por tanto el cálculo realizado en condiciones más desfavorables comentadas siendo válido por tanto para la ODT 407+870, ODT 411+760 y ODT 411+935.

Profile : KR 5

Geometrical Data:

Span s [m]		1,87
Rise h [m]		1,87
Radius [m]	r ₁	0,94
	r ₂	0,00
	r ₃	0,00

Statical Values:

Plate Thickness t [mm]	3,00
Corrosion reserve Δt [mm]	0,00
Bolting M 20 [bolts/m]	10,00
Stiffness Modulus E _{s,k} [kN/m ²]	20000,00
Height of Cover h _u [m]	3,80
Unit weight of soil γ _{B,k} [kN/m ³]	20,00
Angle of friction φ _k ' [°]	30,00
Traffic Load	LM 1
Yield Point f _{y,k} for S 355 [kN/cm ²]	35,50

Cross sectional values (within corrosion reserve):

Moment of Inertia I [cm ⁴ /m]	135,64
Moment of resistance W [cm ³ /m]	46,77
Area of cross section A [cm ² /m]	35,44
Charact. Failure load bolts N _{R,k} [kN/m]	631,00

Loading

Existing top pressure TS + UDL:	p _{v,k} =	25,82 kN/m ²
Design top pressure	p _{s,d} =	137,46 kN/m ²

Failure top area

Bedding value	K _{s,k} =	10638 kN/m ³
Stiffness relationship	α =	0,03429
Failure load	p _{sd,k} =	999,97 kN/m
Proof		137,46 ≤ 714,26

Soil failure top area

	p _{ogr,k} =	644,33 kN/m ²
	Δp _{o,k} =	523,66 kN/m ²
	p _{otr,k} = p _{ogr,k} + Δp _{o,k} =	1167,99 kN/m ²
Proof		70,20 ≤ 779,99

Bolt connection

Charact. Failure load of bolting N _{R,k} [kN/m]	N _{R,k} =	631,00 kN/m
Design force	N _d =	180,9 kN/m
Proof		180,90 ≤ 504,80

Failure during backfilling

Maximum bending moment	M _H =	1,00 kNm/m
Plastic moment	M _{pl,k} =	20,59 kNm/m
Proof		1,35 ≤ 18,72

APÉNDICE V. COMUNICACIONES CON LA DEMARCACIÓN HIDROGRÁFICA DE LAS CUENCAS MEDITERRÁNEAS ANDALUZAS



DIRECCIÓN GENERAL DE CARRETERAS

DEMARCACIÓN DE CARRETERAS DEL ESTADO EN ANDALUCÍA ORIENTAL



Consejería de Agricultura, Ganadería, Pesca y Desarrollo Sostenible
Delegación Territorial de Agricultura, Ganadería y Pesca en Almería

O F I C I O

S/REF.
N/REF.
FECHA: 18 de mayo de 2021
ASUNTO CONSULTA ACERCA DEL PROYECTO: MEJORA DE LOS ENLACES 409 Y 411 DE LA AUTOVÍA A-7 DEL MEDITERRÁNEO. PROVINCIA DE ALMERÍA. CLAVE: 15-AL-3700

DESTINATARIO

Servicio de Dominio Público Hidráulico y Calidad de Aguas
DELEGACIÓN TERRITORIAL DE AGRICULTURA, GANADERÍA Y PESCA EN ALMERÍA
JUNTA DE ANDALUCÍA
C/ Canónigo Molina Alonso nº 8
04004 ALMERÍA

N/Ref.: AL-43054

Asunto: Informe posible afección al DPH mejora de los enlaces 409 y 411 de la Autovía A-7.

DEMARCACIÓN DE CARRETERAS DEL ESTADO EN ANDALUCÍA ORIENTAL
Av. de Madrid, 7
18012 GRANADA

Se está redactando en la Demarcación de Carreteras del Estado en Andalucía Oriental, el Proyecto de construcción "Mejora de los Enlaces 409 y 411 de la Autovía A-7 del Mediterráneo. Provincia de Almería. Clave:15-AL-3700".

En dicho proyecto, entre otras actuaciones, se va a actuar sobre los carriles de cambio de velocidad, aumentando su sección, por lo que se ha previsto la prolongación de algunas obras de drenaje transversal de la autovía A-7. Por ello, les enviamos como documento adjunto mediante enlace descargable, una separata con el estudio hidrológico y el anejo de drenaje del proyecto, a fin de que si aprecian algún aspecto que se deba tener en cuenta en el proyecto, lo puedan indicar.

En enlace de descarga es el siguiente:

<https://ssweb.seap.minhap.es/almacen/descarga/envio/600c7d0c00dec71322da3a9b6910e9e4bc8643b9>

Con fecha 20 de mayo de 2021, y con número de Registro 2021131100006250, La Demarcación de Carreteras del Estado en Andalucía Oriental (Granada) solicitó a este servicio de Dominio Público Hidráulico perteneciente a la Delegación Territorial de Agricultura Ganadería y Pesca conformidad u oposición del Estudio Hidrológico y el Anejo de drenaje del proyecto "Mejora de los enlaces 409 y 411 de la Autovía A-7 del Mediterráneo en (Almería)" a su paso por la localidad del Ejido.

Con respecto a esta solicitud se le comunica que revisada la documentación presentada las actuaciones aquí recogidas no afectan a ninguna masa de agua superficial o subterránea, ni a ningún cauce. No habrá ninguna modificación a largo plazo de ninguna masa de agua superficial ni subterránea, no interceptándose el nivel freático por ninguna de las actuaciones proyectadas, ni en cantidad ni en calidad por todo lo expuesto. La única actuación del proyecto en relación con la hidrología es la prolongación de las ODT existentes y nuevas canaletas longitudinales.

Se recuerda que según el Art. 126 ter. Criterios de diseño y conservación para obras de protección modificaciones en los cauces y obras de paso en su punto 6 se recoge:

6. En todo caso, los titulares de estas infraestructuras deberán realizar las labores de conservación necesarias que garanticen el mantenimiento de la capacidad de desagüe de la misma, para lo cual los particulares facilitarán el acceso de los equipos de conservación a sus propiedades, no pudiendo realizar actuaciones que disminuyan la capacidad de drenaje de las infraestructuras.

Desde este servicio se informa que en materia de Dominio Público Hidráulico y Calidad de las Aguas, se informa favorablemente y se considerándolo compatible solo a los efectos hidrológico-ambientales El proyecto de "Mejora de los enlaces 409 y 411 de la Autovía A-7 del Mediterráneo en (Almería)".

EL INGENIERO DIRECTOR DEL PROYECTO

Firmado por ALBARRACIN RUIZ OSCAR FRANCISCO - 44288903B el día 18/05/2021 con un certificado emitido por

Fdo.: D. Óscar Albarracín Ruiz.

EL JEFE DE SERVICIO DE DOMINIO PÚBLICO HIDRÁULICO Y CALIDAD DE LAS AGUAS
FDO.: Carlos López Cañavate

Presentación Electrónica de Documentos a través del enlace:
<https://juntadeandalucia.es/servicios.html>

Web de Agua y litoral:
<https://juntadeandalucia.es/organismos/agriculturaganaderiapescaydesarrollosostenible/areas/agua-litoral.html>

C/ Canónigo Molina Alonso, n.º 8. CP: 04071 Almería

T: 950 101 720 - FAX: 950 011 096
dtal.ag.cagpds@juntadeandalucia.es



AVDA. DE MADRID, 7
18071 GRANADA
TEL: 958 27 11 62
FAX: 958 27 21 63

FIRMADO POR	CARLOS LOPEZ CAÑAVATE	27/05/2021	PÁGINA 1/1
VERIFICACIÓN	640xu883GWNJTaeepAWwCgAfZUUVN	https://ws050.juntadeandalucia.es/verificarFirma/	