

ANEJO Nº 11. DRENAJE

ÍNDICE

	3.6 PASOS SALVACUNETAS 34 3.7 BORDILLO DE CORONACIÓN DE TERRAPLENES (BORDILLO CONSTRUIDO "IN SITU") Y BAJANTES DE TERRAPLÉN 35 3.8 COLECTORES..... 35 3.9 DRENAJE SUBTERRÁNEO (DREN Y COLECTOR)..... 37
<u>APÉNDICES</u>	
APÉNDICE 1.- PLANOS DE CUENCA E=1:1.000. APÉNDICE 2.- CONTACTOS CON OTROS ORGANISMOS APÉNDICE 3.- INVENTARIO DE OBRAS DE DRENAJE EXISTENTES Y PLANTAS	
1. INTRODUCCIÓN	1
1.1 NUEVA NORMA 5.2-IC DE DRENAJE SUPERFICIAL DE LA INSTRUCCIÓN DE CARRETERAS	2
2. OBRAS DE DRENAJE TRANSVERSAL.....	3
2.1 INTRODUCCIÓN	3
2.2 CAUDALES DE CÁLCULO	4
2.3 OBRAS DE DRENAJE EXISTENTES	13
2.3.1 Obras de drenaje existentes.....	13
2.4 CAUCES PRINCIPALES	13
2.5 CAUCES SECUNDARIOS.....	13
2.6 CÁLCULOS HIDRÁULICOS.....	17
2.7 PROTECCIONES CONTRA LA EROSIÓN.....	22
2.8 DIMENSIONAMIENTO DE LOS RASTRILLOS.....	22
2.9 EROSIÓN PREVISIBLE A LA SALIDA DE LAS OBRAS.....	22
2.10 COMPROBACIÓN DE LA VÍA DE INTENSO DESAGÜE.....	23
2.11 ELEMENTOS DE DRENAJE SINGULARES	23
2.12 ATERRAMIENTOS EN LAS O.D.T.....	25
3. DRENAJE LONGITUDINAL.....	26
3.1 DESCRIPCIÓN GENERAL	26
3.2 CUNETAS DE DESMONTE	28
3.3 CUNETAS DE PIE DE TERRAPLÉN	32
3.4 CUNETAS DE CORONACIÓN DE DESMONTE Y BAJANTE DE DESMONTE....	32
3.5 CUNETAS DE MEDIANA	33

1. INTRODUCCIÓN

El agua es, en ocasiones, la causa de destrucción, directa o indirecta, de las obras lineales (ferrocarriles o carreteras). El objetivo del drenaje es proveer de un sistema de protección que evite que el agua de escorrentía tanto superficial como subterránea produzca efectos negativos en la autovía, garantizando su seguridad.

La presencia de una autovía interrumpe la red de drenaje natural del terreno (vaguadas, cauces, arroyos, ríos). El objetivo principal del **drenaje transversal** es restituir la continuidad de esa red, permitiendo su paso bajo la autovía en condiciones suficientes de seguridad para unos períodos de retorno de diseño determinados.

Se han tenido en cuenta para el diseño de la autovía los condicionantes medioambientales e hidrogeológicos.

Todas las obras de drenaje transversal se diseñan para intentar siempre que sea posible respetar los cauces naturales como se especifica en la Instrucción 5.2-IC.

También se aprovechan las obras de drenaje transversal para desaguar el drenaje de la plataforma y sus márgenes, a través de los elementos del drenaje longitudinal. Éstos conducen el agua hasta lugares donde puede seguir un curso natural, a veces directamente vertiendo a vaguadas próximas o en ocasiones aprovechando la permeabilidad que producen otras obras de drenaje.

Esta relación entre los elementos del drenaje transversal y del longitudinal puede hacer necesario disponer obras transversales exclusivamente para el desagüe de cunetas.

Las obras de drenaje transversal están formadas por obras de hormigón armado, situados en pequeños cauces o arroyos de pequeño caudal. Su sección resulta determinante para el desagüe del cauce.

Según la tipología de obra a considerar son:

- Caños de Ø 1,50 m y Ø 1,80 m.
- Marcos de 2,00x2,00 m y 3,00x2,00 m.
- Cunetón Trapecial de Escollera Cementada de B=2,0 m con h=1,0 m, y taludes 1:1.

Se ha seguido los criterios dados por la Confederación Hidrográfica del Tajo. En el Apéndice 2 se adjuntan los contactos mantenidos con otros organismos.

De acuerdo con todo lo anteriormente expuesto, se adopta para el dimensionamiento el criterio siguiente:

Drenaje transversal: 500 años (Diseño hidráulico y comprobación de que la obra tiene capacidad para este periodo de retorno).

Drenaje longitudinal: 25 años (En general). Los colectores de desagüe al terreno tendrán Ø_{mínimo} de 0,80 m.

La comprobación hidráulica de las obras se ha realizado considerando su funcionamiento en lámina libre y en régimen uniforme. Para ello se ha aplicado la fórmula de Manning con un n=0.0167, correspondiente al hormigón.

El sistema de drenaje longitudinal deberá proyectarse como una red o conjunto de redes que recoja la escorrentía superficial procedente de la plataforma de la autovía y de las márgenes que viertan hacia ella, y la conduzca hasta un punto de desagüe.

El sistema de drenaje longitudinal se divide en los siguientes elementos:

- Cunetas de desmonte: Estas cunetas recogen la escorrentía procedente de los taludes de desmonte y la que cae sobre la propia plataforma. Son revestidas de hormigón, triangulares de 5 metros de ancho con taludes 6:1 en el tronco y de 3 metros de ancho y taludes 6:1 en ramales de enlace.
- Cuneta de mediana: La cuneta de mediana es triangular de 3,60 metro de ancho y revestida de hormigón.
- Cunetas de pie de terraplén: Se disponen siempre que exista una superficie del terreno natural que vierta sobre el pie de los terraplenes y pueda provocar su erosión. También se colocan en zonas próximas a desagües de cunetas de desmonte que pueden producir, de la misma forma, efectos negativos al pie de los terraplenes.
- Cunetas de guarda en desmonte: Tienen como misión proteger el talud en zonas donde es previsible una aportación de caudal que puede producir daños. Estas cunetas serán siempre revestidas de hormigón.
- Colectores: Se sitúan en aquellos puntos de las cunetas en que se supera la capacidad hidráulica de éstas. También se utilizan para desaguar puntos bajos.
- Drenes: Situados en zonas de posibles filtraciones hacia las capas profundas.

Se proyecta el bordillo de coronación de terraplenes de acuerdo con la 5.2-IC, situándose a 10 cm de la barrera de seguridad y no excediendo de los 10 cm de altura.

La red fluvial drena principalmente en dirección Sur-Norte, no cruzándose ningún curso fluvial de importancia.

Dentro de las medidas para minimizar la afección hidrológica pero que tienen incidencia sobre la fauna se han previsto las siguientes medidas:

- Acondicionamiento de Marcos y Caños. Se adaptarán mediante la ejecución de una rampa lateral seca. La pasarela lateral dispondrá un sustrato natural (arcilla, zahorra, etc.), y otra parte a modo de canal lateral por el que discurre el agua, o al menos haya humedad permanente. Esta pasarela, tendrá unas dimensiones de 0,4 m de alto y 0,6 m de ancho en las obras de drenaje tipo caño 1,80 y en los marcos de 2x2 y 0,6 m de alto y 0,8 m de ancho en los marcos de mayores dimensiones. En las boquillas de las obras, la transición se efectuará mediante una rampa encachada, con una pendiente máxima de 3H:1V.
- Se han diseñado soleras a la salida (protege el terreno contra la erosión evitando que se formen socavaciones que impedirían el acceso de los animales).
- Como material de construcción de las obras de drenaje transversal no se han utilizado chapas metálicas onduladas.

El drenaje longitudinal se ha diseñado de forma que ningún animal pueda quedar atrapado:

- Para asegurar la salida de cualquier animal que deambule por las cunetas se han diseñado rampas, hacia el exterior de la infraestructura, con una pendiente 3H:1V y una anchura de 75 cm, situadas antes y después de cada arqueta, de conexión de la cuneta con el colector de desagüe y, en todo caso, cada 50 m de longitud de cuneta.
- Para evitar que pequeños animales queden atrapados en las arquetas, se construirán provistas de tapa de hormigón o rejilla para evitar que caigan y su base se diseñará con rampas rugosas hacia los tubos colectores.

1.1 NUEVA NORMA 5.2-IC DE DRENAJE SUPERFICIAL DE LA INSTRUCCIÓN DE CARRETERAS

El presente Proyecto de Trazado tiene fecha de redacción de Noviembre de 2015 y se ha elaborado de acuerdo a la instrucción 5.2-IC vigente de 15 de mayo de 1990. Sin embargo, se encuentra en fase de redacción una nueva norma 5.2-IC Drenaje Superficial de la Instrucción de Carreteras, contándose con una versión preliminar no aprobada de la misma.

Por ello se ha realizado un análisis del impacto de esta nueva instrucción en el presente proyecto. Los principales aspectos de la nueva norma son los siguientes:

- Se introduce un nuevo apartado para indicar lo que se debe exigir a los cálculos efectuados con aplicaciones informáticas.
- Metodología de cálculo de caudales adaptándolo a la información disponible, derivada de la aplicación de las directivas comunitarias. Se introduce un nuevo método particular de cálculo para las cuencas del Levante y Sureste peninsular.
- En cuanto al drenaje de plataforma y márgenes se introducen elementos específicos para el control de vertidos en los puntos de desagüe de las redes de drenaje.
- Se actualizan los criterios sobre drenaje transversal a la luz de la nueva reglamentación en materia de aguas.
- Se incluyen cuestiones particulares del drenaje de determinados tipos de obras que no estaban considerados en la normativa anterior.
- Algunos de los aspectos relacionados con la construcción y conservación de las carreteras se actualizan.

Los cambios que pueden afectar al proyecto son los relativos al capítulo 2, en que se actualiza la metodología para el cálculo de caudales. A este respecto se actualiza el cálculo de la intensidad de precipitación, obteniéndose el índice de torrecionalidad de una nueva figura. Sin embargo, en el caso concreto de este proyecto el valor obtenido no se modifica manteniéndose en: $\frac{I_i}{I_d} = 10$

Además se modifica el cálculo del Coeficiente Corrector del Umbral de Escorrentía, pasando de tomarse un coeficiente de 1,5 correspondiente a la zona intermedia entre la España húmeda y la seca, a emplearse la fórmula siguiente (ver tabla 2.5), que particularizando en nuestro caso se obtiene un valor de 1,015.

$$\beta^{DT} = (\beta_m - \Delta_{50}) \cdot F_T = (0,90 - 0,20) \cdot 1,45 = 1,015$$

Para comprobar el efecto de este cambio se analiza como ejemplo el caso de la cuenca de mayor caudal, la C-10, para el periodo de retorno de 500 años, en que se pasa de un caudal de $Q_{500} = 9,15 \text{ m}^3/\text{s}$ a $11,35 \text{ m}^3/\text{s}$.

Otro ejemplo es el caso de las cuencas C-440 y C-450 que descargan ambas en la O.D.-8,74 que resulta la obra de drenaje transversal que más caudal desagua, se trata de un marco de 3 x 2 metros que pasa de un valor de $Q_{500} = 9,71 \text{ m}^3/\text{s}$ a $11,90 \text{ m}^3/\text{s}$.

Eso significa que para este marco (con $i=0.06 \text{ m/m}$ y $n=0.0167$) en que se obtenía una velocidad de 3,28 m/s y un calado de 0,99 m se pasa a una velocidad de 3,47 m/s y un calado de 1,14 m, por lo que sigue siendo válida.

Por último se han modificado también la asignación de tipos de suelo en la determinación del valor inicial del umbral de escorrentía. Con la norma vigente se tenía un 40% de suelo tipo B y un 60% de suelo tipo C, mientras que se pasa a tener todo en tipo B (ver figura 2.7), por lo que considera que el valor adoptado está del lado de la seguridad.

Por todo lo anterior, se considera que se tiene suficientes garantías de que no se producirán cambios significativos en el diseño de las obras de drenaje planteadas en este Proyecto de Trazado en el caso de que resulte aprobada la nueva norma.

2. OBRAS DE DRENAJE TRANSVERSAL

2.1 INTRODUCCIÓN

En este Anejo se analizan, a partir del estudio climatológico e hidrológico, las distintas soluciones para dar continuidad a los cauces interceptados por el trazado de la variante de Malpartida de Cáceres, así como evacuar rápidamente la escorrentía procedente de plataforma y márgenes.

No se supera el tiempo de concentración de 6 horas en ninguna de las cuencas que afectan a la traza.

Se proyecta una protección de hormigón a la entrada de las obras de drenaje y otra de escollera a la salida.

Los badenes se sitúan en el cruce de caminos con una vaguada, o con la salida o entrada de una obra de drenaje transversal. La función del badén es solo la de proteger el camino en esos puntos. Al tener los caminos una IMD baja, se admite según la Instrucción 5.2-IC el valorar la interrupción de la circulación de forma puntual ante una gran avenida. Se considera pues factible esta posible interrupción dado el carácter y utilización de estos caminos.

Las embocaduras están formadas, generalmente, por aletas. Estas forman un ángulo con respecto a la perpendicular al eje de la autovía que varía según el esvaje de la obra y de la forma del cauce.

En el caso en que el eje de la obra es perpendicular al de la vía, el ángulo de las aletas con respecto a este eje es de 30° .

Algunas obras tienen por motivo de diseño la entrada excavada.

Por otra parte, en la salida de las obras se prevé un sistema adecuado de protección con escollera sobre el lecho del cauce natural que amortigüe la energía del agua en las zonas donde sea necesario.

2.2 CAUDALES DE CÁLCULO

Los caudales de cálculo son los obtenidos del estudio hidrológico. A continuación se resume el método empleado y las tablas de caudales para los períodos de retorno, 25, 50, 100 y 500 años.

Para la obtención del caudal, se ha utilizado la metodología basada en la instrucción 5.2-IC “Drenaje Superficial”, en la que se han incorporado las mejoras del método racional introducidas por la Dirección General de Carreteras clásicas en las normativas de otros países como queda reflejado en el anexo de Hidrología, siendo:

$$Q = \frac{CxIxA}{3.6} xK$$

Siendo:

I: Intensidad media de precipitación (mm/h)

$$I_t = \left(\frac{P_d}{24} \right) x \left(\frac{I_d}{I_t} \right)^{\frac{28^{0,I-t^{0,I}}}{28^{0,I-I}}}$$

Pd : Precipitación diaria (mm)

t : Duración del aguacero

C: Coeficiente de escorrentía

A: Área de la superficie de aportación (km²)

K: Coeficiente de uniformidad

$$K = I + \frac{T_c^{1.25}}{T_c^{1.25} + 14}$$

$$C = \frac{\left[\left(\frac{P_d}{P_0} \right) - 1 \right] x \left[\left(\frac{P_d}{P_0} \right) + 23 \right]}{\left[\left(\frac{P_d}{P_0} \right) + 11 \right]^2}$$

La precipitación a aplicar se ha obtenido de la comparación llevada a cabo en el estudio hidrológico, a partir de los resultados obtenidos en el estudio pluviométrico.

El coeficiente de escorrentía se obtiene a partir de la expresión:

CAUDALES PARA T=25 AÑOS

CUENCA	ÁREA (km ²)	T _c (h)	P _d (mm)	I _t / I _d	I (mm / h)	P ₀	C	K	CAUDAL (m ³ / s)
C-10	0,739	0,66	98,31	12,67	51,90	22,60	0,39	1,04	4,32
C-20	0,020	0,16	98,31	26,51	108,59	13,80	0,56	1,01	0,34
C-30	0,032	0,13	98,31	29,29	119,98	13,80	0,56	1,01	0,60
C-40	0,311	0,32	98,31	18,72	76,68	14,40	0,55	1,02	3,72
C-50	0,024	0,32	98,31	18,72	76,68	13,80	0,56	1,02	0,29
C-60	0,060	0,35	98,31	17,87	73,20	18,30	0,46	1,02	0,57
C-70	0,014	0,11	98,31	31,68	129,77	12,80	0,59	1,00	0,30
C-80	0,223	0,43	98,31	16,02	65,62	10,70	0,65	1,02	2,69
C-90	0,031	0,34	98,31	18,14	74,31	18,30	0,46	1,02	0,30
C-100	0,068	0,36	98,31	17,60	72,09	8,90	0,70	1,02	0,97
C-110	0,124	0,34	98,31	18,14	74,31	17,00	0,49	1,02	1,28
C-120	0,141	0,43	98,31	16,02	65,62	18,30	0,46	1,02	1,20
C-130	0,019	0,14	98,31	28,27	115,80	13,80	0,56	1,01	0,35
C-140	0,030	0,16	98,31	26,51	108,59	24,70	0,36	1,01	0,33
C-150	0,032	0,09	98,31	34,76	142,39	1,50	0,98	1,00	1,25
C-160	0,040	0,12	98,31	30,42	124,61	16,50	0,50	1,01	0,70
C-170	0,018	0,09	98,31	34,76	142,39	5,00	0,85	1,00	0,61
C-180	0,013	0,08	98,31	36,68	150,25	1,50	0,98	1,00	0,51
C-190	0,044	0,18	98,31	25,03	102,53	27,00	0,33	1,01	0,42
C-200	0,137	0,29	98,31	19,70	80,70	23,40	0,38	1,01	1,18
C-210	0,088	0,32	98,31	18,72	76,68	20,60	0,42	1,02	0,81
C-220	0,115	0,36	98,31	17,60	72,09	20,00	0,43	1,02	1,01
C-230	0,035	0,23	98,31	22,16	90,77	13,80	0,56	1,01	0,50
C-240	0,154	0,45	98,31	15,63	64,02	16,60	0,50	1,03	1,41
C-250	0,023	0,18	98,31	25,03	102,53	13,80	0,56	1,01	0,37
C-260	0,032	0,14	98,31	28,27	115,80	13,80	0,56	1,01	0,58
C-270	0,021	0,15	98,31	27,35	112,03	14,40	0,55	1,01	0,36
C-280	0,002	0,03	98,31	55,97	229,27	15,60	0,52	1,00	0,07

CUENCA	ÁREA (km ²)	T _c (h)	P _d (mm)	I _t / I _d	I (mm / h)	P ₀	C	K	CAUDAL (m ³ / s)
C-290	0,008	0,06	98,31	41,70	170,81	15,60	0,52	1,00	0,21
C-300	0,004	0,04	98,31	49,65	203,38	15,60	0,52	1,00	0,12
C-310	1,153	1,18	97,92	9,07	37,01	29,50	0,30	1,08	3,84
C-320	0,008	0,08	98,31	36,68	150,25	15,60	0,52	1,00	0,18
C-330	0,012	0,13	98,31	29,29	119,98	15,60	0,52	1,01	0,21
C-340	0,007	0,15	98,31	27,35	112,03	15,60	0,52	1,01	0,11
C-350	0,028	0,08	98,31	36,68	150,25	24,30	0,36	1,00	0,42
C-360	0,487	0,91	98,31	10,56	43,26	24,80	0,36	1,06	2,23
C-370	0,422	0,69	98,31	12,36	50,63	25,10	0,35	1,04	2,16
C-380	0,033	0,22	98,31	22,66	92,82	13,80	0,56	1,01	0,49
C-390	0,058	0,29	98,31	19,70	80,70	13,80	0,56	1,01	0,73
C-400	0,212	0,66	98,31	12,67	51,90	18,30	0,46	1,04	1,46
C-410	0,058	0,19	98,31	24,37	99,83	13,80	0,56	1,01	0,91
C-420	0,452	1,00	98,31	10,00	40,96	19,40	0,44	1,07	2,42
C-430	0,016	0,18	98,31	25,03	102,53	13,80	0,56	1,01	0,26
C-440	0,015	0,17	98,31	25,74	105,44	18,30	0,46	1,01	0,20
C-450	0,790	0,81	98,31	11,29	46,25	20,60	0,42	1,05	4,48
C-460	0,120	0,45	98,31	15,63	64,02	18,30	0,46	1,03	1,01
C-470	0,047	0,32	98,31	18,72	76,68	18,30	0,46	1,02	0,47
C-480	0,067	0,38	98,31	17,11	70,09	18,30	0,46	1,02	0,61
C-490	0,051	0,19	98,31	24,37	99,83	13,80	0,56	1,01	0,80
C-500	0,031	0,20	98,31	23,76	97,33	18,30	0,46	1,01	0,39
C-510	0,290	0,58	98,31	13,62	55,79	18,30	0,46	1,03	2,13

CAUDALES PARA T=50 AÑOS

CUENCA	ÁREA (km ²)	T _c (h)	P _d (mm)	I _t / I _d	I (mm / h)	P ₀	C	K	CAUDAL (m ³ / s)
C-10	0,739	0,66	110,74	12,67	58,46	22,60	0,43	1,04	5,37
C-20	0,020	0,16	110,74	26,51	122,32	13,80	0,60	1,01	0,41
C-30	0,032	0,13	110,74	29,29	135,15	13,80	0,60	1,01	0,73
C-40	0,311	0,32	110,74	18,72	86,38	14,40	0,59	1,02	4,49
C-50	0,024	0,32	110,74	18,72	86,38	13,80	0,60	1,02	0,35
C-60	0,060	0,35	110,74	17,87	82,46	18,30	0,50	1,02	0,70
C-70	0,014	0,11	110,74	31,68	146,18	12,80	0,63	1,00	0,36
C-80	0,223	0,43	110,74	16,02	73,92	10,70	0,68	1,02	3,18
C-90	0,031	0,34	110,74	18,14	83,70	18,30	0,50	1,02	0,37
C-100	0,068	0,36	110,74	17,60	81,21	8,90	0,74	1,02	1,16
C-110	0,124	0,34	110,74	18,14	83,70	17,00	0,53	1,02	1,56
C-120	0,141	0,43	110,74	16,02	73,92	18,30	0,50	1,02	1,47
C-130	0,019	0,14	110,74	28,27	130,44	13,80	0,60	1,01	0,43
C-140	0,030	0,16	110,74	26,51	122,32	24,70	0,40	1,01	0,41
C-150	0,032	0,09	110,74	34,76	160,39	1,50	0,98	1,00	1,41
C-160	0,040	0,12	110,74	30,42	140,36	16,50	0,54	1,01	0,85
C-170	0,018	0,09	110,74	34,76	160,39	5,00	0,87	1,00	0,70
C-180	0,013	0,08	110,74	36,68	169,25	1,50	0,98	1,00	0,58
C-190	0,044	0,18	110,74	25,03	115,49	27,00	0,37	1,01	0,53
C-200	0,137	0,29	110,74	19,70	90,90	23,40	0,42	1,01	1,47
C-210	0,088	0,32	110,74	18,72	86,38	20,60	0,46	1,02	0,99
C-220	0,115	0,36	110,74	17,60	81,21	20,00	0,47	1,02	1,24
C-230	0,035	0,23	110,74	22,16	102,25	13,80	0,60	1,01	0,60
C-240	0,154	0,45	110,74	15,63	72,12	16,60	0,54	1,03	1,72
C-250	0,023	0,18	110,74	25,03	115,49	13,80	0,60	1,01	0,45
C-260	0,032	0,14	110,74	28,27	130,44	13,80	0,60	1,01	0,70
C-270	0,021	0,15	110,74	27,35	126,20	14,40	0,59	1,01	0,44
C-280	0,002	0,03	110,74	55,97	258,25	15,60	0,56	1,00	0,08

CUENCA	ÁREA (km ²)	T _c (h)	P _d (mm)	I _t / I _d	I (mm / h)	P ₀	C	K	CAUDAL (m ³ / s)
C-290	0,008	0,06	110,74	41,70	192,41	15,60	0,56	1,00	0,25
C-300	0,004	0,04	110,74	49,65	229,09	15,60	0,56	1,00	0,14
C-310	1,153	1,18	110,30	9,07	41,68	29,50	0,34	1,08	4,90
C-320	0,008	0,08	110,74	36,68	169,25	15,60	0,56	1,00	0,22
C-330	0,012	0,13	110,74	29,29	135,15	15,60	0,56	1,01	0,25
C-340	0,007	0,15	110,74	27,35	126,20	15,60	0,56	1,01	0,13
C-350	0,028	0,08	110,74	36,68	169,25	24,30	0,41	1,00	0,54
C-360	0,487	0,91	110,74	10,56	48,73	24,80	0,40	1,06	2,79
C-370	0,422	0,69	110,74	12,36	57,03	25,10	0,39	1,04	2,71
C-380	0,033	0,22	110,74	22,66	104,56	13,80	0,60	1,01	0,59
C-390	0,058	0,29	110,74	19,70	90,90	13,80	0,60	1,01	0,89
C-400	0,212	0,66	110,74	12,67	58,46	18,30	0,50	1,04	1,79
C-410	0,058	0,19	110,74	24,37	112,45	13,80	0,60	1,01	1,10
C-420	0,452	1,00	110,74	10,00	46,14	19,40	0,48	1,07	2,97
C-430	0,016	0,18	110,74	25,03	115,49	13,80	0,60	1,01	0,32
C-440	0,015	0,17	110,74	25,74	118,77	18,30	0,50	1,01	0,25
C-450	0,790	0,81	110,74	11,29	52,09	20,60	0,46	1,05	5,52
C-460	0,120	0,45	110,74	15,63	72,12	18,30	0,50	1,03	1,23
C-470	0,047	0,32	110,74	18,72	86,38	18,30	0,50	1,02	0,58
C-480	0,067	0,38	110,74	17,11	78,95	18,30	0,50	1,02	0,75
C-490	0,051	0,19	110,74	24,37	112,45	13,80	0,60	1,01	0,96
C-500	0,031	0,20	110,74	23,76	109,63	18,30	0,50	1,01	0,48
C-510	0,290	0,58	110,74	13,62	62,84	18,30	0,50	1,03	2,60

CAUDALES PARA T=100 AÑOS

CUENCA	ÁREA (km ²)	T _c (h)	P _d (mm)	I _t / I _d	I (mm / h)	P ₀	C	K	CAUDAL (m ³ / s)
C-10	0,739	0,66	122,04	12,67	64,43	22,60	0,46	1,04	6,33
C-20	0,020	0,16	122,04	26,51	134,80	13,80	0,63	1,01	0,47
C-30	0,032	0,13	122,04	29,29	148,94	13,80	0,63	1,01	0,84
C-40	0,311	0,32	122,04	18,72	95,19	14,40	0,62	1,02	5,20
C-50	0,024	0,32	122,04	18,72	95,19	13,80	0,63	1,02	0,41
C-60	0,060	0,35	122,04	17,87	90,87	18,30	0,54	1,02	0,83
C-70	0,014	0,11	122,04	31,68	161,09	12,80	0,66	1,00	0,42
C-80	0,223	0,43	122,04	16,02	81,46	10,70	0,71	1,02	3,65
C-90	0,031	0,34	122,04	18,14	92,24	18,30	0,54	1,02	0,44
C-100	0,068	0,36	122,04	17,60	89,50	8,90	0,76	1,02	1,31
C-110	0,124	0,34	122,04	18,14	92,24	17,00	0,56	1,02	1,82
C-120	0,141	0,43	122,04	16,02	81,46	18,30	0,54	1,02	1,75
C-130	0,019	0,14	122,04	28,27	143,75	13,80	0,63	1,01	0,49
C-140	0,030	0,16	122,04	26,51	134,80	24,70	0,43	1,01	0,48
C-150	0,032	0,09	122,04	34,76	176,75	1,50	0,98	1,00	1,55
C-160	0,040	0,12	122,04	30,42	154,69	16,50	0,57	1,01	0,98
C-170	0,018	0,09	122,04	34,76	176,75	5,00	0,89	1,00	0,79
C-180	0,013	0,08	122,04	36,68	186,52	1,50	0,98	1,00	0,64
C-190	0,044	0,18	122,04	25,03	127,28	27,00	0,40	1,01	0,63
C-200	0,137	0,29	122,04	19,70	100,17	23,40	0,45	1,01	1,74
C-210	0,088	0,32	122,04	18,72	95,19	20,60	0,50	1,02	1,19
C-220	0,115	0,36	122,04	17,60	89,50	20,00	0,51	1,02	1,48
C-230	0,035	0,23	122,04	22,16	112,68	13,80	0,63	1,01	0,70
C-240	0,154	0,45	122,04	15,63	79,48	16,60	0,57	1,03	2,00
C-250	0,023	0,18	122,04	25,03	127,28	13,80	0,63	1,01	0,52
C-260	0,032	0,14	122,04	28,27	143,75	13,80	0,63	1,01	0,81
C-270	0,021	0,15	122,04	27,35	139,07	14,40	0,62	1,01	0,51
C-280	0,002	0,03	122,04	55,97	284,61	15,60	0,59	1,00	0,10

CUENCA	ÁREA (km ²)	T _c (h)	P _d (mm)	I _t / I _d	I (mm / h)	P ₀	C	K	CAUDAL (m ³ / s)
C-290	0,008	0,06	122,04	41,70	212,04	15,60	0,59	1,00	0,29
C-300	0,004	0,04	122,04	49,65	252,47	15,60	0,59	1,00	0,17
C-310	1,153	1,18	121,55	9,07	45,94	29,50	0,37	1,08	5,88
C-320	0,008	0,08	122,04	36,68	186,52	15,60	0,59	1,00	0,25
C-330	0,012	0,13	122,04	29,29	148,94	15,60	0,59	1,01	0,29
C-340	0,007	0,15	122,04	27,35	139,07	15,60	0,59	1,01	0,15
C-350	0,028	0,08	122,04	36,68	186,52	24,30	0,44	1,00	0,64
C-360	0,487	0,91	122,04	10,56	53,70	24,80	0,43	1,06	3,31
C-370	0,422	0,69	122,04	12,36	62,85	25,10	0,43	1,04	3,29
C-380	0,033	0,22	122,04	22,66	115,23	13,80	0,63	1,01	0,68
C-390	0,058	0,29	122,04	19,70	100,17	13,80	0,63	1,01	1,02
C-400	0,212	0,66	122,04	12,67	64,43	18,30	0,54	1,04	2,13
C-410	0,058	0,19	122,04	24,37	123,92	13,80	0,63	1,01	1,27
C-420	0,452	1,00	122,04	10,00	50,85	19,40	0,52	1,07	3,55
C-430	0,016	0,18	122,04	25,03	127,28	13,80	0,63	1,01	0,37
C-440	0,015	0,17	122,04	25,74	130,89	18,30	0,54	1,01	0,30
C-450	0,790	0,81	122,04	11,29	57,41	20,60	0,50	1,05	6,61
C-460	0,120	0,45	122,04	15,63	79,48	18,30	0,54	1,03	1,47
C-470	0,047	0,32	122,04	18,72	95,19	18,30	0,54	1,02	0,69
C-480	0,067	0,38	122,04	17,11	87,00	18,30	0,54	1,02	0,89
C-490	0,051	0,19	122,04	24,37	123,92	13,80	0,63	1,01	1,11
C-500	0,031	0,20	122,04	23,76	120,82	18,30	0,54	1,01	0,57
C-510	0,290	0,58	122,04	13,62	69,26	18,30	0,54	1,03	3,10

CAUDALES PARA T=500 AÑOS

CUENCA	ÁREA (km ²)	T _c (h)	P _d (mm)	I _t / I _d	I (mm / h)	P ₀	C	K	CAUDAL (m ³ / s)
C-10	0,739	0,66	150,29	12,67	79,34	22,60	0,54	1,04	9,15
C-20	0,020	0,16	150,29	26,51	166,01	13,80	0,70	1,01	0,64
C-30	0,032	0,13	150,29	29,29	183,42	13,80	0,70	1,01	1,15
C-40	0,311	0,32	150,29	18,72	117,23	14,40	0,69	1,02	7,13
C-50	0,024	0,32	150,29	18,72	117,23	13,80	0,70	1,02	0,55
C-60	0,060	0,35	150,29	17,87	111,90	18,30	0,61	1,02	1,16
C-70	0,014	0,11	150,29	31,68	198,38	12,80	0,72	1,00	0,57
C-80	0,223	0,43	150,29	16,02	100,32	10,70	0,77	1,02	4,88
C-90	0,031	0,34	150,29	18,14	113,59	18,30	0,61	1,02	0,61
C-100	0,068	0,36	150,29	17,60	110,21	8,90	0,81	1,02	1,72
C-110	0,124	0,34	150,29	18,14	113,59	17,00	0,63	1,02	2,52
C-120	0,141	0,43	150,29	16,02	100,32	18,30	0,61	1,02	2,44
C-130	0,019	0,14	150,29	28,27	177,03	13,80	0,70	1,01	0,68
C-140	0,030	0,16	150,29	26,51	166,01	24,70	0,51	1,01	0,71
C-150	0,032	0,09	150,29	34,76	217,67	1,50	0,99	1,00	1,93
C-160	0,040	0,12	150,29	30,42	190,49	16,50	0,64	1,01	1,36
C-170	0,018	0,09	150,29	34,76	217,67	5,00	0,91	1,00	1,00
C-180	0,013	0,08	150,29	36,68	229,69	1,50	0,99	1,00	0,79
C-190	0,044	0,18	150,29	25,03	156,74	27,00	0,48	1,01	0,94
C-200	0,137	0,29	150,29	19,70	123,36	23,40	0,53	1,01	2,52
C-210	0,088	0,32	150,29	18,72	117,23	20,60	0,57	1,02	1,67
C-220	0,115	0,36	150,29	17,60	110,21	20,00	0,58	1,02	2,08
C-230	0,035	0,23	150,29	22,16	138,77	13,80	0,70	1,01	0,96
C-240	0,154	0,45	150,29	15,63	97,88	16,60	0,64	1,03	2,76
C-250	0,023	0,18	150,29	25,03	156,74	13,80	0,70	1,01	0,71
C-260	0,032	0,14	150,29	28,27	177,03	13,80	0,70	1,01	1,10
C-270	0,021	0,15	150,29	27,35	171,27	14,40	0,69	1,01	0,69
C-280	0,002	0,03	150,29	55,97	350,49	15,60	0,66	1,00	0,14

CUENCA	ÁREA (km ²)	T _c (h)	P _d (mm)	I _t / I _d	I (mm / h)	P ₀	C	K	CAUDAL (m ³ / s)
C-290	0,008	0,06	150,29	41,70	261,13	15,60	0,66	1,00	0,40
C-300	0,004	0,04	150,29	49,65	310,91	15,60	0,66	1,00	0,23
C-310	1,153	1,18	149,69	9,07	56,57	29,50	0,44	1,08	8,61
C-320	0,008	0,08	150,29	36,68	229,69	15,60	0,66	1,00	0,34
C-330	0,012	0,13	150,29	29,29	183,42	15,60	0,66	1,01	0,40
C-340	0,007	0,15	150,29	27,35	171,27	15,60	0,66	1,01	0,21
C-350	0,028	0,08	150,29	36,68	229,69	24,30	0,51	1,00	0,91
C-360	0,487	0,91	150,29	10,56	66,13	24,80	0,51	1,06	4,83
C-370	0,422	0,69	150,29	12,36	77,40	25,10	0,50	1,04	4,72
C-380	0,033	0,22	150,29	22,66	141,90	13,80	0,70	1,01	0,93
C-390	0,058	0,29	150,29	19,70	123,36	13,80	0,70	1,01	1,40
C-400	0,212	0,66	150,29	12,67	79,34	18,30	0,61	1,04	2,97
C-410	0,058	0,19	150,29	24,37	152,61	13,80	0,70	1,01	1,73
C-420	0,452	1,00	150,29	10,00	62,62	19,40	0,59	1,07	4,96
C-430	0,016	0,18	150,29	25,03	156,74	13,80	0,70	1,01	0,50
C-440	0,015	0,17	150,29	25,74	161,19	18,30	0,61	1,01	0,42
C-450	0,790	0,81	150,29	11,29	70,70	20,60	0,57	1,05	9,29
C-460	0,120	0,45	150,29	15,63	97,88	18,30	0,61	1,03	2,04
C-470	0,047	0,32	150,29	18,72	117,23	18,30	0,61	1,02	0,95
C-480	0,067	0,38	150,29	17,11	107,14	18,30	0,61	1,02	1,24
C-490	0,051	0,19	150,29	24,37	152,61	13,80	0,70	1,01	1,52
C-500	0,031	0,20	150,29	23,76	148,79	18,30	0,61	1,01	0,80
C-510	0,290	0,58	150,29	13,62	85,29	18,30	0,61	1,03	4,31

2.3 OBRAS DE DRENAJE EXISTENTES

2.3.1 Obras de drenaje existentes

El trazado de la autovía proyectada discurre en parte junto a otra obra lineal, la N-521, por lo que se realiza un inventario de las obras existentes en la zona que podrían ser susceptibles de ser aprovechadas o ampliadas.

La relación de las obras existentes y su situación en proyecto se presenta en el Apéndice 3.

2.4 CAUCES PRINCIPALES

Se consideran cauces principales aquellos ríos y arroyos que sean de cierta importancia. En la zona de estudio no se cruza ningún curso fluvial que se pueda considerar como cauce principal.

2.5 CAUCES SECUNDARIOS

Dentro de las pequeñas obras de drenaje transversal se han utilizado varios tipos de obras cerradas de hormigón armado:

- Caño de Ø 1,50 m.
- Caño de Ø 1,80 m.
- Marco de 2,00 x 2,00 m.
- Marco de 3,00 x 2,00 m.
- Cunetón Trapecial (B=2 m y h=1,0 m) Talud 1:1 m.

En la disposición en planta de las obras nuevas se ha tratado que su ubicación siga el cauce natural, tanto en dirección como en pendiente con objeto de modificar su régimen hidráulico en la menor medida posible.

En el caso de cauces bien definidos se ha seguido la dirección de los mismos, con lo que el ángulo de las aletas depende del esvaje que tenga la obra, y de las características del cauce.

En cuanto a la disposición en alzado, en general se ha tratado de seguir el perfil del lecho del cauce, tal y como recomienda la Instrucción 5.2-IC.

Para cumplir con la D.I.A en lo referente a “Permeabilidad Territorial y Protección de la Fauna”, se disponen rampas de acceso para paso de fauna en todas las Obras de drenaje transversal.

Los caudales de cálculo de las obras situadas en el tronco son los obtenidos en la hidrología, quedando reflejado en el cuadro resumen que se presenta más adelante en este apartado.

Para el cálculo de las aportaciones a las obras de drenaje de los enlaces, se ha aplicado el método hidrometeorológico, recogido en la Instrucción 5.2-IC, basado en la aplicación de una intensidad media de precipitación a la superficie de una cuenca, a través de una estimación de su escorrentía.

El cálculo hidráulico de estas obras se hace aplicando la fórmula de Manning con un coeficiente $n=0,0167$ correspondiente al hormigón.

$$v = \frac{I}{n} R^{(2/3)} J^{(1/2)}$$

En la que es:

v : velocidad en m/s

R : radio hidráulico

J : pendiente en tanto por uno

Para la obtención del caudal se ha utilizado la fórmula de la citada instrucción en la que se han incorporado las mejoras del método racional introducidas por la Dirección General de Carreteras clásicas en las normativas de otros países como queda reflejado en el anexo de Hidrología, siendo:

$$Q = \frac{C \times I \times A}{3.6} \times K$$

Siendo:

I : Intensidad media de precipitación (mm/h)

$$I_t = \left(\frac{P_d}{24} \right) \times \left(\frac{I_1}{I_d} \right)^{\frac{28^{0,I} \cdot t^{0,I}}{28^{0,I}-1}}$$

P_d : Precipitación diaria (mm)

t : Duración del aguacero

C : Coeficiente de escorrentía

A : Área de la superficie de aportación (km²)

K : Coeficiente de uniformidad

$$K = 1 + \frac{T_c^{1.25}}{T_c^{1.25} + 14}$$

A las laderas se les aplica el coeficiente de escorrentía de la cuenca a la que pertenecen, se han tomado del cuadro "Cálculo de caudales. Periodo de retorno 500 años", calculados de acuerdo con la Instrucción 5.2-IC / 1990.

El coeficiente de escorrentía irá en función de la precipitación diaria P_d de cada cuenca considerando un umbral de escorrentía P_0 igual a 1 para la calzada, y un P_0 igual a 14 para los taludes:

$$C = \frac{\left[\left(\frac{P_d}{P_0} - 1 \right) \times \left(\frac{P_d}{P_0} + 23 \right) \right]}{\left[\left(\frac{P_d}{P_0} + 11 \right) \right]^2}$$

Para la calzada se aplica la intensidad de lluvia del aguacero de 5 minutos (0,083 horas) de duración y periodo de retorno de 500 años. Para los taludes la intensidad de lluvia será la del aguacero de 10 minutos (0,167 horas).

A continuación se adjuntan el cuadro resumen donde se le asigna a cada obra el caudal de avenida para un periodo de retorno de 500 años, según los caudales obtenidos en el apartado anterior "Cálculo de Caudales".

A cada obra se le ha asignado el número de obra que llevará en proyecto como obra definitiva.

Nº OBRA	CUENCA	Q ₅₀₀ (m ³ /s)	TIPO DE OBRA
O.D 0,20	C-10	9,15	CUNETÓN DE ESCOLLERA CEMENTADA B=2, H=1, Y TALUDES 1:1
O.D V.S 1 M.I. 0,10	C-10	9,15	MARCO 3X2 M
O.D V.S 1 M.I. 0,67	C-20	0,64	MARCO 2X2 M
O.D 0,51	C-20 y 30	1,79	MARCO 2X2 M
O.D V.S 1 M.I. 0,75	C-30	1,15	CAÑO D=1.80 M
O.D E A-66 Ramal 1 0,01	-	-	MARCO 3X2 M
O.D V.S 1 M.D. 0,03	-	-	MARCO 3X2 M
O.D V.S 1 M.D. 0,00	-	-	PROLONG DE ODE CON MARCO BIC 2x(3,5X2) M
O.D V.S 1 M.D. 0,20	-	-	ESTRUCTURA CON UNA SECCION HID > 2x(3.50x2.00)m
O.D 1,00	C-50	0,55	CUNETÓN DE ESCOLLERA CEMENTADA B=2, H=1, Y TALUDES 1:1
O.D 1,15	C-40 y 50	7,68	MARCO 2X2 M
O.D 1,44	C-60	1,16	MARCO 2X2 M
O.D 1,80	C-80 y C-90	5,49	CUNETÓN DE ESCOLLERA CEMENTADA B=2, H=1, Y TALUDES 1:1
O.D 1,97	C-80, 90 y 100	7,21	MARCO 2X2 M
O.D 2,06	C-110	2,52	MARCO 2X2 M
O.D 2,38	C-120	2,44	MARCO 2X2 M
O.D E Malpartida Este R5 0,13	C-120	2,44	MARCO 2X2 M
O.D V.S 1 M.I 2,70	C-130 y 140	1,39	CAÑO D=1.50 M
O.D 2,54	C-130 y 140	1,39	MARCO 2X2 M
O.D E Malpartida Este R5 0,29	C-130, 140 y 150	3,32	MARCO 2X2 M
O.D V.S 2 M.I. 3,25	C-160	1,36	CAÑO D=1.80 M
O.D 3,09	C-160 y 190	2,30	MARCO 2X2 M.
O.D V.S 2 M.D. 0,53	C-160 y 190	2,30	PROLONG DE ODE (Alcantarilla 1.50x3.00m) CON MARCO 1.5X3 M
O.D V.S 2 M.I. 3,33	C-190	0,94	CAÑO D=1.80 M
O.D 3,14	C-190	0,94	CUNETÓN DE ESCOLLERA CEMENTADA B=2, H=1, Y TALUDES 1:1
O.D 3,43	C-200	2,52	MARCO 2X2 M
O.D V.S 2 M.D. 0,86	C-200	2,52	MARCO 2X2 M
O.D E. Malpartida Este Ramal 0 0,06	C-210	1,67	CAÑO D=1.80 M
O.D 3,63	C-210	1,67	MARCO 2X2 M
O.D E. Malpartida Este Ramal 1 0,17	C-210	1,67	MARCO 2X2 M
O.D V.S 2 M.D. 1,08	C-210	1,67	MARCO 2X2 M
O.D E. Malpartida Este Ramal 3 0,20	C-220	2,08	MARCO 2X2 M
O.D E. Malpartida Este Ramal 4 0,09	C-220	2,08	CAÑO D=1.80 M
O.D E. Malpartida Este Ramal 4 0,12	C-220	2,08	CAÑO D=1.80 M
O.D 3,88	C-220	2,08	MARCO 2X2 M
O.D E. Malpartida Este Ramal 0 0,29	C-220	2,08	MARCO 2X2 M
O.D E. Malpartida Este Ramal 1 0,29	C-220	2,08	MARCO 2X2 M
O.D V.S 2 M.D. 1,13	C-220	2,08	MARCO 2X2 M
O.D 4,12	C-230	0,96	MARCO 2X2 M
O.D 4,26	C-240 y C-250	3,47	MARCO 2X2 M
O.D 4,28	C-250	0,71	CUNETÓN DE ESCOLLERA CEMENTADA B=2, H=1, Y TALUDES 1:1
O.D 6,12	C-340	0,21	CUNETÓN DE ESCOLLERA CEMENTADA B=2, H=1, Y TALUDES 1:1

Nº OBRA	CUENCA	Q ₅₀₀ (m ³ /s)	TIPO DE OBRA
O.D 6,16	C-310 a C-340	9,56	MARCO 3X2 M
O.D C.A 6.4 0,29	C-350	0,91	CAÑO D=1.80 M
O.D C.A. 5.9-6.4 M.I. 0,37	C-350	0,91	CAÑO D=1.80 M
O.D 6,34	C-350	0,91	MARCO 2X2 M
O.D C.A 6.4 0,04	C-350	0,91	MARCO 2X2 M
O.D 6,51	C-360	4,83	MARCO 2X2 M
O.D 6,77	C-370	4,72	MARCO 2X2 M
O.D 6,89	C-380	0,93	MARCO 2X2 M
O.D 7,12	C-390	1,40	MARCO 2X2 M
O.D 7,45	C-410	1,73	MARCO 2X2 M
O.D 7,78	C-400	2,97	MARCO 2X2 M
O.D 8,36	C-420 Y 430	5,46	MARCO 2X2 M
O.D 8,74	C-450 y 440	9,71	MARCO 3X2 M
O.D C.A 8.9 0,15	C-450	1,00	CAÑO D=1.80 M
O.D 9,10	C-460	2,04	MARCO 2X2 M
O.D 9,32	C-470	0,95	MARCO 2X2 M
O.D E Malpartida Oeste Ramal 4 0,20	C-480 y 490	2,76	CUNETÓN DE ESCOLLERA CEMENTADA B=2, H=1, Y TALUDES 1:1
O.D E Malpartida Oeste Ramal 4 0,21	C-480 y 490	2,76	MARCO 2X2 M
O.D 9,51	C-480 y 490	2,76	MARCO 2X2 M
O.D E Malpartida Oeste Conexión N-521 0,03	C-490	1,52	MARCO 2X2 M
O.D 10,47	C-500 y 510	5,11	MARCO 2X2 M
O.D CTRA. DE LA SARDINA 0,98	C-500 y 510	5,11	MARCO 2X2 M

2.6 CÁLCULOS HIDRÁULICOS

En este apartado se llevará a cabo la comprobación hidráulica de las obras de nueva ubicación.

En las obras de drenaje transversal se ha comprobado la relación existente entre la altura de la lámina de agua a la entrada de la obra y la dimensión vertical de ésta (H_w/D), mediante el procedimiento establecido en la publicación de la D.G.C. "Obras pequeñas de paso. Dimensionamiento hidráulico".

Si esta relación es inferior a 1,2, de acuerdo con esta publicación, nos encontramos dentro de la condición de funcionamiento Clase I. En este tipo de funcionamiento la entrada a la obra no se encuentra sumergida. Si además se cumple que la pendiente de la obra es superior a la pendiente crítica se asegura que el control del desagüe se sitúe en la entrada. En este caso el régimen hidráulico de la obra se define simplemente en función de las características de la entrada del conducto.

Se ha comprobado que en todas las obras la relación $H_w/D < 1,2$ y que la pendiente de la obra es superior a la crítica, con lo que se asegura que el control se sitúe siempre en la entrada.

También se comprueba que la velocidad máxima del agua en el interior de las obras no sobrepasa la máxima admisible de 6 m/s recomendada en la Instrucción 5.2-IC para las obras de hormigón.

Con objeto de llegar a una mejor comprensión de este procedimiento de comprobación hidráulica de las obras, a continuación se hace una breve descripción del mismo.

Con la sección inicial y el caudal de cálculo se realiza un análisis hidráulico de cada obra relacionando la altura de agua ante la entrada del desagüe con el caudal de descarga. Esta relación depende del modo de funcionamiento del desagüe, pudiendo considerarse dos clasificaciones principales:

- Sección llena en la salida.

Sucede cuando la pendiente del conducto es menor que la pérdida de carga por rozamiento o si la boca de salida es sumergida por la elevación del nivel de agua del cauce aguas abajo.

- Sección parcialmente llena en la salida.

Ocurre cuando la profundidad del agua es menor que la altura del conducto en la salida y la pendiente de este es igual o mayor que la pérdida de carga por rozamiento.

Para determinar si el conducto fluye lleno o parcialmente lleno es necesario encontrar la situación de la sección de control. Esta sección representa el punto crítico del sistema y las características del flujo principal se determinarán por él y por su situación, pudiendo estar a la entrada o a la salida.

En las hojas de cálculo de cada obra de drenaje, que se incluyen en este Anejo, aparece calculado el régimen crítico del conducto para el caudal de cálculo, la altura de agua a la entrada con el control a la entrada y con control a la salida, eligiendo como definitivo el más desfavorable.

- CÁLCULO DEL RÉGIMEN CRÍTICO

Para obtener el calado crítico (y_c) se utiliza la fig. 5.11 de la Instrucción, entrando con el caudal específico ($Q/\sqrt{g} D^{5/2}$) se obtiene el valor del caudal crítico específico (Y_c/D).

La velocidad crítica del conducto es

$$V_c = \sqrt{g \times y_c}$$

y la pendiente crítica la obtenemos de la fórmula de Manning/Strickler

$$V_c = \frac{1}{n} R^{\frac{2}{3}} J_c^{\frac{1}{2}}$$

$$J_c = \left(\frac{V_c N}{R^{\frac{2}{3}}} \right)$$

Dependiendo de las condiciones del material de la O.D. se adoptará un coeficiente de rugosidad u otro. En este proyecto se han realizado los cálculos para un número de Manning de 0,0167.

- ALTURA DE AGUA A LA ENTRADA CON CONTROL A LA ENTRADA

Para calcular la altura de agua en este tipo de control se utiliza el gráfico de la fig. 5.9 de la Instrucción 5.2-I.C., entrando con el caudal específico ($Q/\sqrt{g} D^{5/2}$) obtenemos el nivel (H_w) específico a la entrada; pudiendo darse, atendiendo a la clasificación hecha en "Obras Pequeñas de Paso, Dimensionamiento Hidráulico", los siguientes casos:

- CLASE I $H_w \leq 1,2 D$

El conducto fluye con superficie de agua libre en la entrada y la entrada no sumergida.

- Tipo 3 ($J_c \leq J_o$ y $T_w < d_c$)

La velocidad de salida puede estimarse entre la velocidad crítica cerca de la entrada y la velocidad normal en los conductos más largos donde llegue a alcanzarse el régimen uniforme.

- Tipo 4 ($J_c \leq J_o$ y $T_w > D$)

Este caso puede llegar a convertirse en tipo 7 si el resalto viaja a través del conducto hasta la entrada y en tipo 8 si el resalto baja hasta fuera del conducto. La velocidad de salida se calcula a sección llena.

- CLASE II ($H_w > 1,2 D$)

El conducto fluye con la entrada sumergida.

- Tipo 5 ($d_n < D$ y $T_w < D$)

La velocidad de salida será igual al caudal dividido por la sección mojada en la salida que puede estimarse entre $2/3$ y el total del área a la profundidad normal.

- Tipo 8 ($T_w > D$)

La velocidad de la corriente en la salida es lo bastante alta para que la profundidad normal de agua en el cauce de salida no sumerja la coronación de ésta.

La velocidad de salida se calcula igual que en el tipo 5.

- ALTURA DE AGUA A LA ENTRADA CON CONTROL A LA SALIDA

El nivel de agua a la entrada en este tipo de control se obtiene de la fórmula:

$$H_w = H_1 + \mu - J_0 L$$

Dependiendo del tipo de funcionamiento H_1 y μ son diferentes.

- CLASE I ($H_w \leq 1,2 D$)

El conducto fluye con superficie de agua libre en la salida y la entrada no sumergida.

- Tipo 1 ($T_w < d_c$ y $J_o < J_c$)

$$H_1 = \frac{V_c^2}{2g} \left(1 + K_e + \frac{2gLN^2}{R_{c}^{4/3}} \right)$$

$$\mu = Y_c$$

La velocidad de salida la da el caudal dividido por la sección mojada para la profundidad crítica (velocidad crítica).

- Tipo 2 ($d_c < T_w < D$ y $J_o < J_c$)

$$H_1 = \frac{V_{tw}^2}{2g} \left(1 + K_e + \frac{2gLN^2}{R_{tw}^{4/3}} \right)$$

$$\mu = Y_{tw}$$

La velocidad de salida la da el caudal dividido por la sección mojada para una altura de agua igual a la profundidad normal en el cauce de salida.

- CLASE II ($H_w > 1,2 D$)

El conducto fluye con la entrada sumergida.

Tipo 6

$$H_1 = \frac{V_D^2}{2g} \left(1 + K_e + \frac{2gLN^2}{R_D^{\frac{4}{3}}} \right)$$

μ = mayor valor de tw y $Y_c + D/2$. Si del cálculo resultase $Y_c > H$, se tomará igual a H .

La velocidad de salida se halla para sección llena. En casos dudosos se calcula como para el Tipo 5.

Tipo 7

$$H_1 = \frac{V_D^2}{2g} \left(1 + K_e + \frac{2gLN^2}{R_D^{\frac{4}{3}}} \right)$$

$\mu = tw$

La velocidad de salida es igual al caudal dividido por la sección completa.

La comprobación hidráulica de las secciones se ha realizado aplicando la fórmula de Manning. El coeficiente de rugosidad de Manning (n) utilizado, para el hormigón ha sido 0,0167.

Los cálculos hidráulicos correspondientes a estas obras de drenaje transversal se han realizado con el programa comercial Flow-Master de Haestad Methods.

En las plantas de trazado aparecen a Escala 1/1.000 todas las Obras de drenaje transversal proyectadas, además, en el Documento Planos se han representado en las plantas de drenaje a Escala 1/1.000 todas las obras de drenaje transversal, cunetones de escollera cementada, protecciones de escollera en terraplenes, etc, quedando definida la situación, nombre y dimensión de todas las obras de drenaje transversal proyectadas. También se adjuntan en este Documento Planos todos los detalles del drenaje transversal.

Los caudales se recogen en el apartado de "Cálculo de caudales" dentro del anexo nº 4 "Climatología e Hidrología".

Los diferentes Cunetones utilizados son todos de sección trapezoidal con una base inferior de 2m, con taludes a ambos lados de 1H:1V y una profundidad de 1,00m.

Los cunetones se proyectan para que la escorrentía de pequeñas vaguadas no afecte a los terraplenes de nuestro trazado. También, se proyectan para dirigir la salida del agua de las obras de drenaje transversal a su actual cauce.

Estos cunetones se proyectan para salvaguardar en general, el proyecto de la incursión de agua en el tronco de la autovía. Esta misión es importantísima ya que evita que el agua de escorrentía tanto superficial como subterránea produzca efectos negativos en la autovía, garantizando su seguridad.

Los cunetones serán de escollera cementada y tendrán un espesor de 0.30 m por sus dimensiones y/o por su composición. La localización de los mismos se puede observar en las plantas de drenaje y su sección tipo en los detalles de drenaje en el documento de Planos.

A continuación se presentan unos cuadros con la comprobación hidráulica de las obras de drenaje transversal. En estos cuadros figuran para cada obra:

- Denominación y situación

- Tipo de obra

- Caudales

- Relación H_w/D

- Características hidráulicas obtenidas en régimen uniforme

A continuación se incluye un cuadro resumen de los cálculos hidráulicos de las obras de drenaje transversal, realizados en la hipótesis de régimen uniforme para un periodo de retorno de $T=500$ años.

COMPROBACIÓN HIDRÁULICA DE LAS OBRAS DE DRENAJE TRANSVERSAL T=500 AÑOS

Nº OBRA	TIPO DE OBRA	LONGITUD (m)	CUENCA	Q ₅₀₀ (m ³ /s)	PENDIENTE (m/m)	Coef. Manning	VELOCIDAD (m/s)	CALADO (m)	Hw/H ó Hw/D	COMENTARIOS
O.D 0,20	CUNETÓN DE ESCOLLERA CEMENTADA B=2, H=1, Y TALUDES 1:1	60,00	C-10	9,15	0,0140	0,0300	1,50	0,29	-	
O.D V.S 1 M.I. 0,10	MARCO 3X2 M	16,00	C-10	9,15	0,0080	0,0167	3,57	0,85	< 1,20	
O.D V.S 1 M.I. 0,67	MARCO 2X2 M	14,00	C-20	0,64	0,0310	0,0167	2,48	0,13	< 1,20	
O.D 0,51	MARCO 2X2 M	32,00	C-20 y 30	1,79	0,0290	0,0167	2,43	0,13	< 1,20	
O.D V.S 1 M.I. 0,75	CAÑO D=1,80 M	18,00	C-30	1,15	0,0700	0,0167	4,81	0,27	< 1,20	
O.D E A-66 Ramal 1 0,01	MARCO 3X2 M	12,00	-	-	-	-	-	-	-	
O.D V.S 1 M.D. 0,03	MARCO 3X2 M	23,00	-	-	-	-	-	-	-	
O.D V.S 1 M.D. 0,00	PROLONG DE ODE CON MARCO BIC 2x(3,5X2) M	14,00	-	-	-	-	-	-	-	
O.D V.S 1 M.D. 0,20	ESTRUCTURA CON UNA SECCION HID > 2x(3,50x2,00)m	20,00	-	-	-	-	-	-	-	
O.D 1,00	CUNETÓN DE ESCOLLERA CEMENTADA B=2, H=1, Y TALUDES 1:1	170,00	C-50	0,55	0,0290	0,0300	1,56	0,16	-	
O.D 1,15	MARCO 2X2 M	60,00	C-40 y 50	7,68	0,0085	0,0167	3,56	1,08	< 1,20	
O.D 1,44	MARCO 2X2 M	72,00	C-60	1,16	0,0200	0,0167	2,68	0,22	< 1,20	Con arqueta sumidero de 2x2m
O.D 1,80	CUNETÓN DE ESCOLLERA CEMENTADA B=2, H=1, Y TALUDES 1:1	180,00	C-80 y C-90	5,49	0,0780	0,0300	4,65	0,48	-	
O.D 1,97	MARCO 2X2 M	58,00	C-80, 90 y 100	7,21	0,0170	0,0167	4,54	0,79	< 1,20	
O.D 2,06	MARC O 2X2 M	57,00	C-110	2,52	0,0180	0,0167	3,37	0,37	< 1,20	Con arqueta sumidero de 2x2m
O.D 2,38	MARCO 2X2 M	51,00	C-120	2,44	0,0060	0,0167	2,29	0,53	< 1,20	Con arqueta sumidero de 2x2m
O.D E Malpartida Este R5 0,13	MARCO 2X2 M	16,00	C-120	2,44	0,0100	0,0167	2,73	0,45	< 1,20	
O.D V.S 1 M.I 2,70	CAÑO D=1,50 M	12,00	C-130 y 140	1,39	0,0250	0,0167	1,30	0,87	< 1,20	
O.D 2,54	MARCO 2X2 M	35,00	C-130 y 140	1,39	0,0300	0,0167	3,26	0,21	< 1,20	
O.D E Malpartida Este R5 0,29	MARCO 2X2 M	12,00	C-130, 140 y 150	3,32	0,0300	0,0167	4,38	0,38	< 1,20	
O.D V.S 2 M.I. 3,25	CAÑO D=1,80 M	15,00	C-160	1,36	0,0350	0,0167	3,96	0,35	< 1,20	
O.D 3,09	MARCO 2X2 M.	44,00	C-160 y 190	2,30	0,0400	0,0167	4,26	0,27	< 1,20	
O.D V.S 2 M.D. 0,53	PROLONG DE ODE (Alcantarilla 1,50x3,00m) CON MARCO 1,5X3 M	6,00	C-160 y 190	2,30	0,0120	0,0167	2,98	0,52	< 1,20	
O.D V.S 2 M.I. 3,33	CAÑO D=1,80 M	24,00	C-190	0,94	0,0250	0,0167	3,15	0,31	< 1,20	
O.D 3,14	CUNETÓN DE ESCOLLERA CEMENTADA B=2, H=1, Y TALUDES 1:1	80,00	C-190	0,94	0,0060	0,0300	1,11	0,36	-	
O.D 3,43	MARCO 2X2 M	42,00	C-200	2,52	0,0110	0,0167	2,85	0,44	< 1,20	
O.D V.S 2 M.D. 0,86	MARCO 2X2 M	18,00	C-200	2,52	0,0250	0,0167	3,76	0,33	< 1,20	
O.D E. Malpartida Este Ramal 0 0,06	CAÑO D=1,80 M	28,00	C-210	1,67	0,0570	0,0167	4,99	0,34	< 1,20	
O.D 3,63	MARCO 2X2 M	34,00	C-210	1,67	0,0260	0,0167	3,32	0,25	< 1,20	
O.D E. Malpartida Este Ramal 1 0,17	MARCO 2X2 M	30,00	C-210	1,67	0,0085	0,0167	2,29	0,36	< 1,20	
O.D V.S 2 M.D. 1,08	MARCO 2X2 M	36,00	C-210	1,67	0,0085	0,0167	2,29	0,36	< 1,20	
O.D E. Malpartida Este Ramal 3 0,20	MARCO 2X2 M	22,00	C-220	2,08	0,0100	0,0167	2,60	0,40	< 1,20	
O.D E. Malpartida Este Ramal 4 0,09	CAÑO D=1,80 M	16,00	C-220	2,08	0,0400	0,0167	4,70	0,41	< 1,20	
O.D E. Malpartida Este Ramal 4 0,12	CAÑO D=1,80 M	12,00	C-220	2,08	0,0280	0,0167	4,14	0,45	< 1,20	
O.D 3,88	MARCO 2X2 M	22,00	C-220	2,08	0,0140	0,0167	2,91	0,36	< 1,20	
O.D E. Malpartida Este Ramal 0 0,29	MARCO 2X2 M	36,00	C-220	2,08	0,0200	0,0167	3,28	0,32	< 1,20	
O.D E. Malpartida Este Ramal 1 0,29	MARCO 2X2 M	26,00	C-220	2,08	0,0350	0,0167	3,94	0,26	< 1,20	
O.D V.S 2 M.D. 1,13	MARCO 2X2 M	37,00	C-220	2,08	0,0180	0,0167	3,17	0,33	< 1,20	

Nº OBRA	TIPO DE OBRA	LONGITUD (m)	CUENCA	Q ₅₀₀ (m ³ /s)	PENDIENTE (m/m)	Coef. Manning	VELOCIDAD (m/s)	CALADO (m)	Hw/H ó Hw/D	COMENTARIOS
O.D 4,12	MARCO 2X2 M	27,00	C-230	0,96	0,0180	0,0167	2,42	0,20	< 1,20	
O.D 4,26	MARCO 2X2 M	25,00	C-240 y C-250	3,47	0,0140	0,0167	3,43	0,51	< 1,20	
O.D 4,28	CUNETÓN DE ESCOLLERA CEMENTADA B=2, H=1, Y TALUDES 1:1	60,00	C-250	0,71	0,0200	0,0300	1,51	0,21	-	
O.D 6,12	CUNETÓN DE ESCOLLERA CEMENTADA B=2, H=1, Y TALUDES 1:1	85,00	C-340	0,21	0,0310	0,0300	1,12	0,09	-	
O.D 6,16	MARCO 3X2 M	38,00	C-310 a C-340	9,56	0,0130	0,0167	4,28	0,74	< 1,20	
O.D C.A 6,4 0,29	CAÑO D=1.80 M	20,00	C-350	0,91	0,0200	0,0167	2,89	0,33	< 1,20	
O.D C.A. 5.9-6.4 M.I. 0,37	CAÑO D=1.80 M	10,00	C-350	0,91	0,0500	0,0167	3,98	0,26	< 1,20	
O.D 6,34	MARCO 2X2 M	23,00	C-350	0,91	0,0180	0,0167	2,38	0,19	< 1,20	
O.D C.A 6,4 0,04	MARCO 2X2 M	24,00	C-350	0,91	0,0180	0,0167	2,38	0,19	< 1,20	
O.D 6,51	MARCO 2X2 M	16,00	C-360	4,83	0,0125	0,0167	3,63	0,67	< 1,20	
O.D 6,77	MARCO 2X2 M	22,00	C-370	4,72	0,0180	0,0167	4,10	0,58	< 1,20	
O.D 6,89	MARCO 2X2 M	27,00	C-380	0,93	0,0330	0,0167	2,90	0,16	< 1,20	
O.D 7,12	MARCO 2X2 M	17,00	C-390	1,40	0,0160	0,0167	2,66	0,26	< 1,20	
O.D 7,45	MARCO 2X2 M	22,00	C-410	1,73	0,0350	0,0167	3,70	0,23	< 1,20	
O.D 7,78	MARCO 2X2 M	20,00	C-400	2,97	0,0110	0,0167	3,00	0,49	< 1,20	
O.D 8,36	MARCO 2X2 M	26,00	C-420 Y 430	5,46	0,0120	0,0167	3,70	0,74	< 1,20	
O.D 8,74	MARCO 3X2 M	18,00	C-450 y 440	9,71	0,0060	0,0167	3,28	0,99	< 1,20	
O.D C.A 8,9 0,15	CAÑO D=1.80 M	22,00	C-450	1,00	0,0110	0,0167	2,40	0,40	< 1,20	
O.D 9,10	MARCO 2X2 M	23,00	C-460	2,04	0,0130	0,0167	2,82	0,36	< 1,20	
O.D 9,32	MARCO 2X2 M	28,00	C-470	0,95	0,0170	0,0167	2,37	0,20	< 1,20	
O.D E Malpartida Oeste Ramal 4 0,20	CUNETÓN DE ESCOLLERA CEMENTADA B=2, H=1, Y TALUDES 1:1	175,00	C-480 y 490	2,76	0,0120	0,0300	1,97	0,55	-	
O.D E Malpartida Oeste Ramal 4 0,21	MARCO 2X2 M	17,00	C-480 y 490	2,76	0,0125	0,0167	3,07	0,45	< 1,20	
O.D 9,51	MARCO 2X2 M	32,00	C-480 y 490	2,76	0,0120	0,0167	3,03	0,46	< 1,20	
O.D E Malpartida Oeste Conexión N-521 0,03	MARCO 2X2 M	24,00	C-490	1,52	0,0150	0,0167	2,68	0,28	< 1,20	
O.D 10,47	MARCO 2X2 M	23,00	C-500 y 510	5,11	0,0090	0,0167	3,28	0,78	< 1,20	
O.D CTRA. DE LA SARDINA 0,98	MARCO 2X2 M	8,00	C-500 y 510	5,11	0,0090	0,0167	3,28	0,78	< 1,20	

A continuación se describe dónde desaguan las cuencas que no aparecen el cuadro anterior de obras de drenaje transversal:

C-70: El pequeño caudal aportado por la cuenca C-70 desagua por la red de drenaje longitudinal existente del ferrocarril Cáceres-Valencia de Alcántara.

C-100: Desagua junto a la C-80 y la C-90 por la obra de drenaje transversal O.D 1.92.

C-260 a C-300: Desaguan por la red de drenaje longitudinal (cunetas de coronación de desmonte y cunetas de desmonte).

C-320 y C-330: Desaguan junto a la C-310 y C-340 por la obra de drenaje transversal O.D 6,16.

C-440: Desagua por la red de drenaje longitudinal (cuneta de desmonte).

2.7 PROTECCIONES CONTRA LA EROSIÓN

Protección a la entrada y salida de las obras de drenaje transversal:

Se protege la entrada de las obras de drenaje transversal de nueva construcción con hormigón HM-20 de 40 cm de espesor a lo largo de una distancia de tres metros.

La salida de estas obras de drenaje transversal se protege con escollera.

2.8 DIMENSIONAMIENTO DE LOS RASTRILLOS

En las soleras de hormigón de las boquillas de las obras de drenaje de nueva construcción se dispondrá un rastillo para evitar descalces en las losas. Estos rastillos se complementan, en el caso de las boquillas de entrada, con una protección de hormigón HM-20 y, en las boquillas de salida con una escollera.

El criterio de necesidad o no de rastillo ha sido el siguiente:

Si el caudal unitario q es inferior a $0,50 \text{ m}^2/\text{s}$ No se coloca.

En caso contrario se dispone un rastillo cuya profundidad se determina con la expresión:

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

En el proyecto de construcción se definirán el dimensionamiento de los rastillos.

2.9 EROSIÓN PREVISIBLE A LA SALIDA DE LAS OBRAS

En el interior de las obras de drenaje transversal se produce un incremento importante de la velocidad. Esto hace que el flujo presente una energía cinética a la salida mayor de la que tendría con el cauce en situación natural y por este motivo es necesario disponer una protección. Esta protección será la colocación de escollera y de rastillos tratado en los apartados anteriores.

Se obtiene a continuación una estimación de la erosión previsible a la salida de las obras:

En los tubos se emplea la expresión contenida en la 5.2-IC:

$$\frac{e}{D} = 2x\left[\frac{Q}{\sqrt{gx}D^{5/2}}\right]^{3/8}$$

En los conductos rectangulares (marcos) se emplea la expresión contenida en la 5.2-IC:

$$\frac{e}{H} = 3xe\left(\frac{-H}{3B}\right)\left[\frac{Q}{\sqrt{gBH^2}}\right]^{\frac{3}{8}}$$

donde:

e: erosión máxima previsible

Q: caudal

g: aceleración de la gravedad

D: diámetro del tubo

H: altura del conducto rectangular

B: anchura del conducto rectangular

En la fase del proyecto de construcción se aplicará esta expresión a las obras proyectadas y considerando que en algunos casos la altura de la obra es mucho mayor que el calado

uniforme, se determinará la erosión en los conductos rectangulares sustituyendo "H" por el calado uniforme "yn" obteniéndose los valores de profundidad de erosión

2.10 COMPROBACIÓN DE LA VÍA DE INTENSO DESAGÜE

Esta vía se determina, según se encuentra definida en el estudio de "Ordenación de Zonas Inundables" elaborado por el CEDEX en diciembre de 1.991 para la Dirección General de Obras Hidráulicas, de forma que pase por ella la avenida de 100 años sin producir una sobre elevación mayor que 0,30 metros respecto a la elevación que se produciría con esa misma avenida considerando toda la llanura de inundación.

En la fase de proyecto de construcción se presentará para un periodo de retorno de 100 años un cuadro en el que se comprueba la vía de intenso desagüe para todas las obras. La cota de la lámina de agua en el cauce actual se calculará con el programa comercial Flow- Master de Haestad Methods, donde también se adjunta una sección del corte transversal del terreno con la cota de agua para el caudal de máxima avenida del que se presentan los listados.

2.11 ELEMENTOS DE DRENAJE SINGULARES

Dentro de este apartado se han incluido aquellas obras que tienen unas especiales condiciones de diseño, como son los cunetones de escollera cementada.

Nº OBRA	TIPO DE OBRA	LONGITUD (m)	CUENCA	Q ₅₀₀ (m ³ /s)	PENDIENTE (m/m)	Coef. Manning	VELOCIDAD (m/s)	CALADO (m)	Hw/H ó Hw/D	COMENTARIOS
O.D 0,20	CUNETÓN DE ESCOLLERA CEMENTADA B=2, H=1, Y TALUDES 1:1	60,00	C-10	9,15	0,0170	0,0300	3,13	0,98	-	
O.D 1,00	CUNETÓN DE ESCOLLERA CEMENTADA B=2, H=1, Y TALUDES 1:1	170,00	C-50	0,55	0,0290	0,0300	1,56	0,16	-	
O.D 1,80	CUNETÓN DE ESCOLLERA CEMENTADA B=2, H=1, Y TALUDES 1:1	180,00	C-80 y C-90	5,49	0,0780	0,0300	4,65	0,48	-	
O.D 3,14	CUNETÓN DE ESCOLLERA CEMENTADA B=2, H=1, Y TALUDES 1:1	80,00	C-190	0,94	0,0060	0,0300	1,11	0,36	-	
O.D 4,28	CUNETÓN DE ESCOLLERA CEMENTADA B=2, H=1, Y TALUDES 1:1	60,00	C-250	0,71	0,0200	0,0300	1,51	0,21	-	
O.D 6,12	CUNETÓN DE ESCOLLERA CEMENTADA B=2, H=1, Y TALUDES 1:1	85,00	C-340	0,21	0,0310	0,0300	1,12	0,09	-	
O.D E MALP. OESTE R4 0,20	CUNETÓN DE ESCOLLERA CEMENTADA B=2, H=1, Y TALUDES 1:1	175,00	C-480 y 490	2,76	0,0120	0,0300	1,97	0,55	-	

a 0,60 m/s, velocidad mínima por debajo de la cual se producirá la sedimentación de partículas finas, o aterramiento, en el interior del conducto.

2.12 ATERRAMIENTOS EN LAS O.D.T.

Se estudiará en fases siguientes el posible riesgo de aterramiento que se pueda producir en las obras de drenaje transversal.

Según la Instrucción 5.2-IC “Drenaje Superficial”, en las obras de drenaje transversal con perfiles de escasa pendiente, podrá estimarse el riesgo de aterramiento por medio del parámetro:

$$i = \frac{L}{H} x(J - j)$$

Siendo:

L: la longitud del conducto

H: la altura del conducto

j: la pendiente del conducto

J: la pendiente de equilibrio, estimada por:

$$J = J_0 \cdot a$$

Siendo:

J_0 : la pendiente del cauce

a: se toma a=1 ya que es un valor recomendado para estar del lado de la seguridad.

En la siguiente fase se estudiará con mayor definición el riesgo de aterramiento.

Según la Instrucción 5.2-IC, si el resultado obtenido es de $i < 0,1$, se podrá considerar que la pendiente no influye en los posibles aterramientos. En los casos en que esto no se cumpla, habrá que comprobar el que las velocidades alcanzadas en el cuerpo de obra no sean inferiores

3. DRENAJE LONGITUDINAL

3.1 DESCRIPCIÓN GENERAL

La función de la red de drenaje longitudinal será la de recoger la escorrentía superficial y subterránea procedente de la plataforma y los márgenes que viertan hacia ella.

Se procura disponer de tramos homogéneos, eficientes, seguros y de fácil mantenimiento, de acuerdo con las recomendaciones de la Instrucción 5.2-IC.

Las condiciones del trazado de la zona crean algunas singularidades que se resuelven por distintos métodos, según el caso particular. Para lograr estos objetivos se han considerado el sistema de desagüe que se resume a continuación.

El drenaje longitudinal de la explanada, se ha solucionado con las dos cunetas laterales o de desmonte, las cunetas de coronación de desmonte, las cunetas de pie de terraplén y el dren de Ø 150 mm con colector al que desaguar de Ø 400 mm en adelante.

Las cunetas laterales o de desmonte deberán ser capaces de desaguar la plataforma, además de los taludes de desmonte, mientras que las cunetas de guarda o de coronación de desmonte desaguan las aportaciones de las laderas adyacentes.

Cada tramo en desmonte deberá desaguar el caudal máximo que acumula la cuneta a lo largo de toda su longitud, con lo que nos situamos en la hipótesis más desfavorable.

Las cunetas de desmonte, mediana y pié de terraplén serán todas revestidas. Las cunetas de guarda son siempre revestidas mientras que las de los caminos agrícolas pueden ser de tierra.

Cálculos hidráulicos:

Para el cálculo de las aportaciones a las cunetas, se aplicará el método hidrometeorológico, recogido en la Instrucción 5.2-IC., basado en la aplicación de una intensidad media de precipitación a la superficie de una cuenca, a través de una estimación de su escorrentía.

El cálculo hidráulico de estas cunetas y de los colectores se hace aplicando la fórmula de Manning con un coeficiente n=0,0167 correspondiente al hormigón.

$$v = \frac{I}{n} R^{\left(\frac{2}{3}\right)} J^{\left(\frac{1}{2}\right)}$$

En la que es:

v: velocidad en m/sg

R: radio hidráulico

J: pendiente en tanto por uno

La pendiente J se deduce del perfil longitudinal del trazado en alzado, en la mayoría de los casos.

Para la obtención del caudal se utiliza la fórmula de la citada instrucción en la que se han incorporado las mejoras del método racional introducidas por la Dirección General de Carreteras clásicas en las normativas de otros países como queda reflejado en el anexo de Hidrología, siendo:

$$Q = \frac{C I x A}{3.6} x K$$

Siendo:

I: Intensidad media de precipitación (mm/h)

$$I_t = \left(\frac{P_d}{24} \right) x \left(\frac{I_l}{I_d} \right)^{\frac{28^{0,I}-t^{0,I}}{28^{0,I}-I}}$$

Pd : Precipitación diaria (mm)

t : Duración del aguacero

C: Coeficiente de escorrentía

A: Área de la superficie de aportación (km²)

K: Coeficiente de uniformidad

$$K = I + \frac{T_c^{1.25}}{T_c^{1.25} + 14}$$

El caudal Q se determina acumulando a lo largo de la cuneta los caudales ΔQ correspondientes tanto a la aportación de la ladera vertiente, como a la aportación de la plataforma que estará en función de la ley de peralte.

A las laderas se les aplica el coeficiente de escorrentía de la cuenca a la que pertenecen, calculados de acuerdo con la Instrucción 5.2-IC / 1990., mientras que en la plataforma el coeficiente de escorrentía irá en función de la precipitación diaria Pd de cada cuenca considerando un umbral de escorrentía Po igual a 1 y su correspondiente coeficiente corrector de Po. Siendo:

$$C = \frac{[(\frac{P_d}{P_0}) - 1]x[(\frac{P_d}{P_0}) + 23]}{[(\frac{P_d}{P_0}) + 11]^2}$$

El tiempo de concentración se ha estimado de acuerdo con la expresión:

$$Tc = t + 0,1 \times \left(\frac{L}{J^{0,25}} \right)^{0,76}$$

Donde:

Tc (h) = Tiempo de concentración

L(Km) = Longitud de cuneta

J (m/m) = Pendiente de la cuneta

t (h) = Tiempo de recorrido del flujo disperso sobre plataforma o el talud.

El primer sumando de la fórmula (t) representa el tiempo de recorrido del flujo disperso sobre la plataforma o sobre el talud (se considera para la plataforma 5 minutos y para el talud 3 minutos) mientras el segundo corresponde al recorrido por la red de drenaje, que se valora con fórmula análoga a la propuesta en la Instrucción de Carreteras para las cuencas naturales, pero con coeficiente reducido a la tercera parte por las favorables condiciones de la circulación por la cuneta.

El período de retorno que se utiliza es de 25 años, cumpliendo así las condiciones de la tabla 1-2 de dicha Instrucción 5.2-IC. Los colectores de desagüe al terreno de la red de drenaje longitudinal serán de $\varnothing_{min}=0,80$ m.

Se analizarán las características geométricas del trazado en las zonas de desmonte, obteniéndose los tramos objeto de estudio.

En el Documento Planos se incluyen las plantas de drenaje a escala 1:1000. También se adjuntan los planos de detalle con las secciones tipo de las cunetas y demás elementos que forman parte del drenaje longitudinal.

3.2 CUNETAS DE DESMONTE

Las cunetas de desmonte en tronco, ramales de enlace, vías de servicio y reposición de carreteras son todas revestidas de hormigón con una sección triangular. Teniendo en el tronco cunetas con taludes 6:1 - 6:1, un ancho total 5,00 m y una profundidad de 0,42 m. En ramales de enlace las cunetas tienen taludes 6:1 - 6:1, un ancho total 3,00 m y una profundidad de 0,25 m.

La velocidad en todos los casos permanecerá por debajo de los 6 m/s a partir de la cual se pueden producir erosiones en el hormigón.

Las cunetas de desmonte en caminos son de tierra con una sección triangular.

Pueden existir algunas zonas en que es necesario ir a contra pendiente respecto de la autovía para así poder desaguar.

En todos los tramos la cuneta de desmonte resultará suficiente para desaguar todo el caudal acumulado.

Se adjunta a continuación el cálculo de la aportación de caudales y la comprobación hidráulica de la cuneta de desmonte en tronco para el caso más desfavorable que es el tramo en desmonte correspondiente a los p.k 4+320 y 6+090 por el margen derecho.

<u>CAUDALES DE APORTACION Y COMPROBACIÓN HIDRÁULICA DE LA CUNETA DE PK 4+320 A PK 6+090 D</u>																										
DRENAJE LONGITUDINAL. PERÍODO DE RETORNO DE DISEÑO 25 AÑOS																										
Po Plataforma =	1	mm	Tiempo de recorrido en plataforma =	5	min																					
Po Talud =	14	mm	Tiempo de recorrido en talud =	3	min																					
Po Laderas =	18	mm	Tiempo de recorrido en laderas =	Tc	h.																					
DEL PK AL PK /MARGEN	LONGITUD	PENDIENTE	Pd	CALZADA				TALUD				LADERAS				OTROS	Q	QTOTAL								
	(m)	(m/m)	(mm)	ÁREA	P*d	Tc	I	C	Qp	ÁREA	P*d	Tc	I	C	Qt	(Km ²)	(mm)	COTA máx.	COTA mín.	L	Tc	I	C	Ql (m ³ /s)	(m ³ /s)	OBSERVACIONES
CUNETA DE DESMONTE DE 5,00 M DE ANCHURA. PERÍODO DE RETORNO 25 AÑOS. CALADO MAXIMO DE 0,42 M																										
TRONCO																										
p.k. 4+320 - p.k. 4+758 D	438	0,01500	98,31	0,0053	98,31	0,20	96,88	0,99	0,141	0,0044	98,31	0,17	105,87	0,56	0,072	0,0000	98,31	915,00	913,00	0,08	0,46	63,35	0,47	0,000	0,00	0,21
p.k. 4+758 - p.k. 5+542 D	784	0,00650	98,31	0,0012	98,31	0,30	79,33	0,99	0,025	0,0125	98,31	0,27	84,28	0,56	0,166	0,0000	98,31	915,00	913,00	0,08	0,65	52,15	0,47	0,000	0,00	0,19
p.k. 5+542 - p.k. 5+935 D	393	0,03000	98,31	0,0000	98,31	0,18	102,80	0,99	0,000	0,0051	98,31	0,15	113,60	0,56	0,090	0,0080	98,31	392,54	387,86	0,08	0,40	68,18	0,47	0,073	0,00	0,16
p.k. 5+935 - p.k. 6+090 D	155	0,00650	98,31	0,0000	98,31	0,15	113,33	0,99	0,000	0,0011	98,31	0,11	128,10	0,56	0,022	0,0120	98,31	391,17	380,90	0,08	0,32	76,12	0,47	0,121	0,00	0,14
COMPROBACIÓN DE CUNETAS DE DESMONTE DE 5,00 M DE ANCHURA. PERÍODO DE RETORNO 25 AÑOS																										
CALADO MAXIMO DE 0,42 M																										
TRAMO Del Pk al Pk / Margen	Pendiente (m/m)	Nº de Manning	Caudal (m ³ /s)	Calado (m)	Superficie mojada (m ²)	Perímetro mojado (m)	Talud margen izquierda (V:H)	Talud margen derecha (V:H)	Velocidad (m/s)	Altura velocidad (m)	Energía específica (m)	Nº de Froude	Régimen	Calado crítico (m)	Pendiente (m/m)											
TRONCO																										
p.k. 4+320 - p.k. 4+758 D	0,0150	0,0167	0,21	0,16	0,15	1,93	0,17	0,17	0,17	1,36	0,09	0,26	1,53	Supercrítico	0,19	0,0061										
p.k. 4+758 - p.k. 5+542 D	0,0065	0,0167	0,19	0,18	0,20	2,18	0,17	0,17	0,17	0,97	0,05	0,23	1,02	Supercrítico	0,18	0,0062										
p.k. 5+542 - p.k. 5+935 D	0,0300	0,0167	0,16	0,13	0,10	1,53	0,17	0,17	0,17	1,65	0,14	0,27	2,08	Supercrítico	0,17	0,0063										
p.k. 5+935 - p.k. 6+090 D	0,0065	0,0167	0,14	0,16	0,16	1,94	0,17	0,17	0,17	0,90	0,04	0,20	1,01	Supercrítico	0,16	0,0064										
TOTAL:																										
p.k. 4+320 - p.k. 6+090 D	0,0065	0,0167	0,70	0,30	0,52	3,55	0,17	0,17	0,17	1,34	0,09	0,39	1,11	Supercrítico	0,31	0,0052										

<u>COMPROBACIÓN DE CUNETAS DE DESMONTE DE 5,00 M DE ANCHURA. PERÍODO DE RETORNO 25 AÑOS</u>																										
CALADO MAXIMO DE 0,42 M																										
TRAMO Del Pk al Pk / Margen	Pendiente (m/m)	Nº de Manning	Caudal (m ³ /s)	Calado (m)	Superficie mojada (m ²)	Perímetro mojado (m)	Talud margen izquierda (V:H)	Talud margen derecha (V:H)	Velocidad (m/s)	Altura velocidad (m)	Energía específica (m)	Nº de Froude	Régimen	Calado crítico (m)	Pendiente (m/m)											
p.k. 4+320 - p.k. 4+758 D	0,0150	0,0167	0,21	0,16	0,15	1,93	0,17	0,17	0,17	1,36	0,09	0,26	1,53	Supercrítico	0,19	0,0061										
p.k. 4+758 - p.k. 5+542 D	0,0065	0,0167	0,19	0,18	0,20	2,18	0,17	0,17	0,17	0,97	0,05	0,23	1,02	Supercrítico	0,18	0,0062										
p.k. 5+542 - p.k. 5+935 D	0,0300	0,0167	0,16	0,13	0,10	1,53	0,17	0,17	0,17	1,65	0,14	0,27	2,08	Supercrítico	0,17	0,0063										
p.k. 5+935 - p.k. 6+090 D	0,0065	0,0167	0,14	0,16	0,16	1,94	0,17	0,17	0,17	0,90	0,04	0,20	1,01	Supercrítico	0,16	0,0064										
TOTAL:																										
p.k. 4+320 - p.k. 6+090 D	0,0065	0,0167	0,70	0,30																						

Se calcula también la aportación de caudales y la comprobación hidráulica por la izquierda de esta cuneta de desmonte más desfavorable que es el tramo correspondiente a los p.k 4+320 y 6+090 por el margen izquierdo, donde se realiza una explanación con un peralte mínimo del 2% y otros peraltes iguales o superiores al 4%.

Se comprueba que para este caso más desfavorable, la sección de dicha explanación tiene en todos sus tramos suficiente capacidad de desagüe.

Se utiliza un Coeficiente de Manning de 0.020 correspondiente a una tierra desnuda y uniforme según la Instrucción 5.2-IC “Drenaje Superficial”.

CAUDALES DE APORTACION Y COMPROBACIÓN HIDRÁULICA DE LA CUNETA DE PK 4+320 A PK 6+090 MARGEN IZQUIERDA																														
DRENAGE LONGITUDINAL. PERÍODO DE RETORNO DE DISEÑO 25 AÑOS																														
DEL PK AL PK /MARGEN				LONGITUD	PENDIENTE	Pd	CALZADA				TALUD				LADERAS				OTROS	Q	QTOTAL	OBSERVACIONES								
				(m)	(m/m)	(mm)	ÁREA	P*d	Tc	I	C	Qp	ÁREA	P*d	Tc	I	C	Qt	ÁREA	P*d	COTA	COTA	L	Tc	I	C	Ql	Q	QTOTAL	
EXPLANADA DE TIERRA COMPACTADA CON PENDIENTE DEL 2% (v max=0,173m) Y PENDIENTE DEL 4% (v max=0,35m)																														
TRONCO																														
p.k. 4+320 - p.k. 4+758 I	438	0,01500	98,31	0,0000	98,31	0,20	96,88	0,99	0,000	0,0057	98,31	0,17	105,87	0,56	0,094	0,0469	98,31	412,50	405,00	0,43	0,71	49,78	0,47	0,317	0,00	0,41	C-260 y C-270			
p.k. 4+758 - p.k. 5+542 I	784	0,00650	98,31	0,0083	98,31	0,30	79,33	0,99	0,183	0,0141	98,31	0,27	84,28	0,56	0,186	0,0005	98,31	410,28	404,70	0,60	1,06	39,57	0,47	0,003	0,00	0,37	C-280, C-290 y C-300			
p.k. 5+542 - p.k. 5+935 I	393	0,03000	98,31	0,0047	98,31	0,18	102,80	0,99	0,134	0,0047	98,31	0,15	113,60	0,56	0,083	0,0000	98,31	392,54	387,86	0,08	0,40	68,18	0,47	0,000	0,00	0,22				
p.k. 5+935 - p.k. 6+090 I	155	0,00650	98,31	0,0019	98,31	0,15	113,33	0,99	0,058	0,0011	98,31	0,11	128,10	0,56	0,022	0,0000	98,31	391,17	380,90	0,08	0,32	76,12	0,47	0,000	0,00	0,08				

EXPLANADA DE TIERRA COMPACTADA CON PENDIENTE DEL 2% (v max=0,173m) Y PENDIENTE DEL 4% (v max=0,35m)																								
TRAMO	Pendiente	Nº de	Caudal	Caudal	Calado	Superficie	Perímetro	Talud	Talud	Altura	Energía	Nº de	Froude	Régimen	Calado	Pendiente								
Del Pk al Pk / Margen	(m/m)	Manning	(m³/s)	Acumulado	(m)	mojada	mojado	margen	margen	velocidad	específica	(m)			(m)	(m/m)								
TRONCO																								
p.k. 4+320 - p.k. 4+758 I	0,0150	0,0200	0,41	0,41	0,12	0,43	6,92	0,17	0,02	0,96	0,05	0,17	1,23	Supercrítico	0,13	0,0097	EXPLANADA CON PENDIENTE i=2% (ymax=0,173m)							
p.k. 4+758 - p.k. 5+542 I	0,0065	0,0200	0,37	0,78	0,23	0,82	7,12	0,17	0,04	0,95	0,05	0,28	0,90	Subcrítico	0,22	0,0082	EXPLANADA CON PENDIENTE i=4% (ymax=0,35m)							
p.k. 5+542 - p.k. 5+935 I	0,0300	0,0200	0,22	1,00	0,19	0,56	5,87	0,17	0,04	1,80	0,17	0,36	1,86	Supercrítico	0,24	0,0079	EXPLANADA CON PENDIENTE i=4% (ymax=0,35m)							
p.k. 5+935 - p.k. 6+090 I	0,0065	0,0200	0,08	1,08	0,26	1,04	8,04	0,17	0,04	1,03	0,05	0,32	0,91	Subcrítico	0,25	0,0079	EXPLANADA CON PENDIENTE i=4% (ymax=0,35m)							
TOTAL:																								
p.k. 4+320 - p.k. 6+090 D	0,0065	0,0200		1,08	0,26	1,04	8,04	0,17	0,04	1,03	0,05	0,32	0,91	Subcrítico	0,25	0,0079	EXPLANADA CON PENDIENTE i=4% (ymax=0,35m)							

3.3 CUNETAS DE PIE DE TERRAPLÉN

La cuneta de pie de terraplén es trapecial, revestida de hormigón, con una base inferior de 1,00 m y 2,00 m en la base superior, siendo la profundidad de 0,50 m. Esta cuneta tendrá una transición de su sección normal hasta enrasar con el terreno, esta transición será de una longitud de dos metros.

El máximo calado que aparecerá en cada uno de los tramos en los que se ha proyectado cuneta de pie de terraplén será inferior al de máxima capacidad de la cuneta (0,50 metros), por lo que, en todos los tramos, la cuneta de pie de terraplén resultará suficiente para desaguar todo el caudal acumulado.

En general las cunetas de pie de terraplén se ciñen al terreno quedando así definida su dimensión longitudinal.

Según la nueva Instrucción 5.2-IC “Drenaje Superficial” en su apartado 3.3.4.3 “Pie de relleno”, el criterio general será disponer al pie del relleno una cuneta revestida que recoja la escorrentía proveniente de las bajantes que desaguan al cauce de coronación y los terrenos aledaños vertientes hacia ella. En ambos casos se puede justificar no disponer esta cuneta cuando el tamaño de la cuenca vertiente sea muy reducido o cuando exista una escasa generación de escorrentía.

3.4 CUNETAS DE CORONACIÓN DE DESMONTE Y BAJANTE DE DESMONTE

Se proyectan cunetas de coronación de desmonte donde la ladera vierte hacia la explanación, con excepción de desmontes de poca altura o de áreas de vertido pequeñas, en cuyo caso se permitirá que la cuneta de desmonte reciba toda la escorrentía.

La cuneta de coronación de desmonte es trapecial, revestida siempre de hormigón, con una anchura de 0,50 m en su base inferior y 0,70 m en la superior, y con una profundidad de 0,50 m.

A lo largo del trazado existen varios puntos en los que se proyecta algún tipo de cuneta de coronación de desmonte. Dichas cunetas de coronación, en la mayoría de los casos, terminan desaguando a obras de drenaje o enlazando con cunetas de pie de terraplén. En los puntos bajos del terreno en desmonte, se recoge el caudal mediante estas cunetas que se comunican

con las cunetas de desmonte a través de las bajantes prefabricadas por las que el agua desciende hasta llegar a la cuneta de desmonte, ya por estas discurre el caudal hasta el punto de desagüe más cercano.

El máximo calado que aparecerá en cada uno de los tramos en los que se ha proyectado cuneta de coronación de desmonte estará por debajo de la capacidad de la cuneta, que es de 0,50 metros.

La velocidad en todos los casos permanecerá por debajo de los 6 m/seg, a partir de la cual se pueden producir erosiones y descarnados en el hormigón.

Se disponen cunetas de coronación de desmonte revestidas de hormigón situadas en la parte interior de las bermas horizontales que cruzan los taludes de desmonte.

Se ha estudiado las bajantes de desmonte, comprobándose que para los taludes de proyecto 3H:2V y 1H:1V, tienen capacidad para desaguar un caudal de unos $2,00 \text{ m}^3/\text{s}$, considerando un resguardo de 5 cm (aproximadamente un 15%).

Bajante de desmonte – Talud 3H:2V

Datos de partida:

Calado máximo 0,30 m

Pendiente 0,67 m/m

Ancho de la bajante 0,45 m

Coeficiente de Manning 0,0167

Resultados:

Caudal máximo $1,69 \text{ m}^3/\text{s}$

Velocidad 12,49 m/s

Número de Froude 7,28

La velocidad en todos los casos permanecerá por debajo de los 6 m/s a partir de la cual se pueden producir erosiones en el hormigón.

Bajante de desmonte – Talud 1H:1V

Datos de partida:

Calado máximo 0,30 m

Pendiente 1,00 m/m

Ancho de la bajante 0,45 m

Coeficiente de Manning 0,0167

Resultados:

Caudal máximo 2,06 m³/s

Velocidad 15,25 m/s

Número de Froude 8,89

3.5 CUNETAS DE MEDIANA

La cuneta de mediana en tronco es de sección triangular y revestida de hormigón, con taludes 6:1 - 6:1, un ancho total de 3,00 m y una profundidad de 0,25 m.

Siempre que se pueda se desaguará la cuneta de mediana cada 500 metros como máximo para evitar posibles filtraciones.

Pueden existir algunas zonas en que es necesario ir a contra pendiente respecto de la autovía para así poder desaguar.

En el caso de que en algún punto la cuneta de mediana no tuviera capacidad suficiente de desague, esta desaguará al colector Ø=0,40 m situado bajo el dren, debido al pequeño caudal que circula por dichos colectores.

3.6 PASOS SALVACUNETAS

Son los colectores que sirven para dar continuidad a las cunetas cuando estas pasan por debajo de caminos o carreteras.

Se colocará un tubo de 0,60 metros de diámetro, a modo de paso salva cunetas para no interrumpir el caudal que arrastran las cunetas a su paso por algunos caminos. También se pondrá un tubo de 0,60 metros de diámetro en los pasos de mediana.

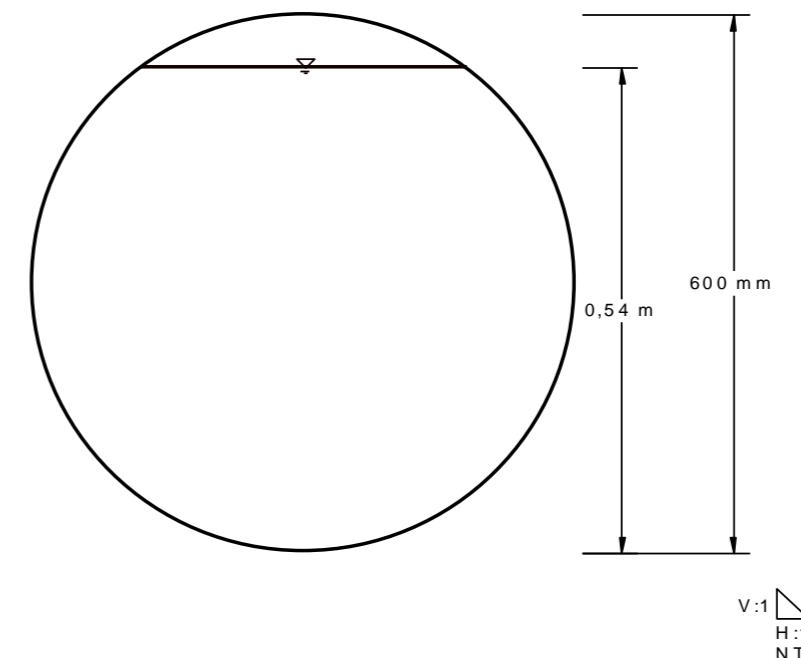
A continuación se comprueba la máxima capacidad de desagüe de estos pasos salvacunetas en la hipótesis más desfavorable de la pendiente mínima de proyecto ($i=0,005 \text{ m/m}$ en ramales y $0,065 \text{ m/m}$ en tronco), dando como resultado una capacidad máxima de desagüe de $Q_{25}=0,36 \text{ m}^3/\text{s}$.

Resultados:		
Velocity	1,34	m/s
Velocity Head	0,09	m
Specific Energy	0,63	m
Froude Number	0,50	
Maximum Discharge	0,3636	m^3/s
Discharge Full	0,3380	m^3/s
Slope Full	0,005680	m/m
Flow Type	Subcritical	

Section Data		
Mannings Coefficient	0,017	
Slope	0,005000	m/m
Depth	0,54	m
Diameter	600	mm
Discharge	0,3602	m^3/s

Input Data		
Mannings Coefficient	0,017	
Slope	0,005000	m/m
Depth	0,54	m
Diameter	600	mm

Resultados:		
Discharge	0,3602	m^3/s
Flow Area	0,3	m^2
Wetted Perimeter	1,50	m
Top Width	0,36	m
Critical Depth	0,39	m
Percent Full	90,0	%
Critical Slope	0,009720	m/m



3.7 BORDILLO DE CORONACIÓN DE TERRAPLENES (BORDILLO CONSTRUIDO “IN SITU”) Y BAJANTES DE TERRAPLÉN

Se construirán unos bordillos de coronación de los terraplenes de más de 3 metros de altura cuando la calzada vierte hacia ellos. Estas cunetas están constituidas por un bordillo cañón de hormigón “in situ”, cuyas dimensiones aparecen en los planos de detalle del drenaje.

Se desagua la pequeña cuneta de coronación de terraplenes mediante una bajante de piezas prefabricadas adosadas al terraplén y situadas cada 40,00 metros como contempla la Instrucción 5.2-IC “Drenaje Superficial”.

Se ha estudiado las bajantes de terraplén comprobándose que para el talud 3H:2V tienen capacidad para desaguar un caudal de unos 1,68 m³/s, considerando un resguardo de 5 cm (aproximadamente un 15%).

Datos de partida:

Calado máximo 0,30 m

Pendiente 0,6667 m/m

Ancho de la bajante 0,45 m

Coeficiente de Manning 0,0167

Resultados:

Caudal máximo 1,68 m³/s

Velocidad 12,46 m/s

Número de Froude 7,26

3.8 COLECTORES

Se utilizan colectores de 400 mm, 600 mm (pasos salvacunetas), 800 mm y 1000 mm de diámetro, con el fin de desaguar los puntos bajos de las cunetas, o terreno, que no tengan otra posibilidad de desagüe, así como desaguar al terreno la cuneta de mediana, y la aportación recibida por la plataforma a los drenes de 150 mm. En los planos de detalle del drenaje longitudinal figura su sección tipo.

Drenaje longitudinal: 25 años (En general). Los colectores de desagüe al terreno tendrán Ø_{mínimo} de 0,80 m.

A continuación se adjuntan unos cuadros donde quedan reflejadas las distintas capacidades de estos colectores según las diferentes pendientes.

COLECTOR DE 0,40 M

PENDIENTE i (m/m)	COEFICIENTE DE MANNING n	CAUDAL MAXIMO (m³/s)	VELOCIDAD (m/s)	CALADO MAXIMO (20% RESGUARDO)
0,0050	0,0167	0,1121	1,04	0,32
0,0080	0,0167	0,1417	1,32	0,32
0,0200	0,0167	0,2241	2,08	0,32
0,0300	0,0167	0,2745	2,55	0,32
0,0400	0,0167	0,3169	2,94	0,32
0,0450	0,0167	0,3362	3,12	0,32
0,0500	0,0167	0,3543	3,29	0,32

COLECTOR DE 0,80 M

PENDIENTE i (m/m)	COEFICIENTE DE MANNING n	CAUDAL MAXIMO (m³/s)	VELOCIDAD (m/s)	CALADO MAXIMO (20% RESGUARDO)
0,0050	0,0167	0,7115	1,65	0,64
0,0080	0,0167	0,9000	2,09	0,64
0,0200	0,0167	1,4230	3,30	0,64
0,0300	0,0167	1,7428	4,04	0,64
0,0400	0,0167	2,0124	4,67	0,64
0,0450	0,0167	2,1344	4,95	0,64
0,0500	0,0167	2,2499	5,22	0,64

COLECTOR DE 0,60 M

PENDIENTE i (m/m)	COEFICIENTE DE MANNING n	CAUDAL MAXIMO (m³/s)	VELOCIDAD (m/s)	CALADO MAXIMO (20% RESGUARDO)
0,0050	0,0167	0,3304	1,36	0,48
0,0080	0,0167	0,4179	1,72	0,48
0,0200	0,0167	0,6607	2,72	0,48
0,0300	0,0167	0,8092	3,34	0,48
0,0400	0,0167	0,9344	3,85	0,48
0,0450	0,0167	0,9911	4,09	0,48
0,0500	0,0167	1,0447	4,31	0,48

COLECTOR DE 1,00 M

PENDIENTE i (m/m)	COEFICIENTE DE MANNING n	CAUDAL MAXIMO (m³/s)	VELOCIDAD (m/s)	CALADO MAXIMO (20% RESGUARDO)
0,0050	0,0167	1,2900	1,92	0,80
0,0080	0,0167	1,6317	2,42	0,80
0,0200	0,0167	2,5800	3,83	0,80
0,0300	0,0167	3,1598	4,69	0,80
0,0400	0,0167	3,6487	5,42	0,80
0,0450	0,0167	3,8700	5,75	0,80
0,0490	0,0167	4,0383	6,00	0,80

3.9 DRENAJE SUBTERRÁNEO (DREN Y COLECTOR)

El drenaje de la capa de firmes queda asegurado mediante un sistema de recogida a través de un dren de PVC de 150 mm de diámetro que desagua en las arquetas de registro a un colector de 400 mm de diámetro, o superior, situado bajo el propio dren. Las arquetas de registro se sitúan cada 50 metros ya que esta es una distancia que permite la fácil limpieza del dren y del colector con los equipos existentes en la actualidad. El desagüe al terreno se realizará con colectores que serán en la mayoría de los casos de 0,80 m de diámetro.

Cálculo hidráulico y de caudal para el dren:

Según la Orden Circular 17/2003 cuando la tubería drenante se encuentra por encima del nivel freático, y no sea previsible la afluencia de otros caudales, se considerarán a efectos de cálculo, los de infiltración provenientes fundamentalmente de bermas y mediana en su caso, que podrán estimarse a partir de los valores indicados en la siguiente tabla:

Estado de impermeabilidad superficial	ALTO	MEDIO	BAJO
Caudal unitario, $q(l/(m^2 \times s))$	10^{-5}	10^{-4}	10^{-2}

Para elegir en qué estado de impermeabilidad nos encontramos, se establecen los siguientes criterios:

- Estado de impermeabilidad superficial alto: cuando se cumplan simultáneamente que las cunetas estén revestidas y las superficies no revestidas representen menos de un quince por ciento (15%) del área de longitud L y anchura B que viene definido en la figura 2.9 de la OC 17/2003.

- Estado de impermeabilidad superficial medio: cuando se cumplan simultáneamente que las cunetas estén revestidas en al menos un ochenta por ciento (80%) de la longitud analizada y que las superficies no revestidas representen menos de un treinta por ciento (30%) del área de longitud L y anchura B, de la figura mencionada anteriormente.

- Estado de impermeabilidad superficial bajo: cuando no se cumplan alguno de los requisitos para considerarlo como medio.

Para determinar el caudal de cálculo se utilizará la siguiente fórmula:

$$QL = q \times B \times L$$

Donde:

QL = Caudal de cálculo de la tubería drenante (dren).

q = Caudal unitario de infiltración, obtenido de la tabla anterior.

L = Longitud entre pozos de registro consecutivos en los que se produce el desagüe de la tubería drenante (dren).

B = Anchura de cálculo.

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

n

$$B \times L = \sum b_i \times l_i$$

$i = 1$

donde:

n = Número de tramos que comprende la discretización.

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

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

El cálculo hidráulico de las tuberías drenantes se efectuará según el método expuesto en la norma 5.2 IC Drenaje Superficial.

El valor del coeficiente de rugosidad k que empleamos, al ser las paredes interiores de las tuberías corrugadas, es de 40-55. Según la nota al pie de la tabla 2.3 de la OC 17/2003, utilizaremos el valor inferior al tener en cuenta las pequeñas irregularidades, ligeros defectos de limpieza, pequeños

cambios de dirección y forma, así como el paso de conductos a través de arquetas cuyo fondo conserve la sección de dichos conductos en parte inferior.

Se demuestra la eficacia de los drenes en el caso más desfavorable que se puede dar, que es cuando la cuneta de desmonte no desagua y son unos 500 metros. El caudal que puede llegar a este sistema de drenaje profundo es el que se infiltre a través de las capas de firme. Éste tendrá un área de influencia de longitud (L) igual a 500 metros y de anchura (B), tomaremos la máxima (unos 12.6 m), que se corresponde a dos carriles de una calzada del tronco más la anchura de arcenes y mediana. Así el área de influencia es de 6300 m^2 .

Tomaremos el caso de impermeabilidad Alta, donde el caudal unitario, $q(l/(m^2 \times s))$ es de 10^{-5} . Entonces QL ($QL = q \times B \times L$) tendrá un valor de $0,0630\text{ l/s}$ ($0,0000630\text{ m}^3/\text{s}$).

Un dren de diámetro 0,15 m, con un número de manning de 0,0250, pendiente más desfavorable $i=0,005\text{ m/m}$, y un resguardo de un 20 %, puede desaguar un caudal $Q_{25}=0,0055\text{ m}^3/\text{s}$. De esta forma queda demostrada la eficacia del dren.

Captación de flujos longitudinales

Según la Orden Circular 17/2003, además de los movimientos de las aguas según secciones transversales, deberán considerarse los flujos de agua longitudinales al trazado de la carretera.

En secciones en desmonte, si el perfil longitudinal presenta una pendiente importante, se puede producir un flujo longitudinal alimentado por infiltraciones a través de la calzada, arcenes, bermas, mediana, taludes y elementos singulares en su caso. El agua se puede acumular en la transición desmonte-relleno o en otros obstáculos.

Para captar estos flujos, cuando la pendiente longitudinal de la carretera sea igual o superior al tres por ciento (3%), y el desmonte de aguas arriba presente una longitud superior a ciento cincuenta metros (150m), se proyectarán zanjas drenantes transversales a la misma en las transiciones desmonte-relleno.

DRENAJE LONGITUDINAL. PERIODO DE RETORNO DE DISEÑO 25 AÑOS
CÁLCULO HIDRÁULICO DE LAS TUBERIAS DRENANTES (DREN). DIAMETRO = 15 CM.

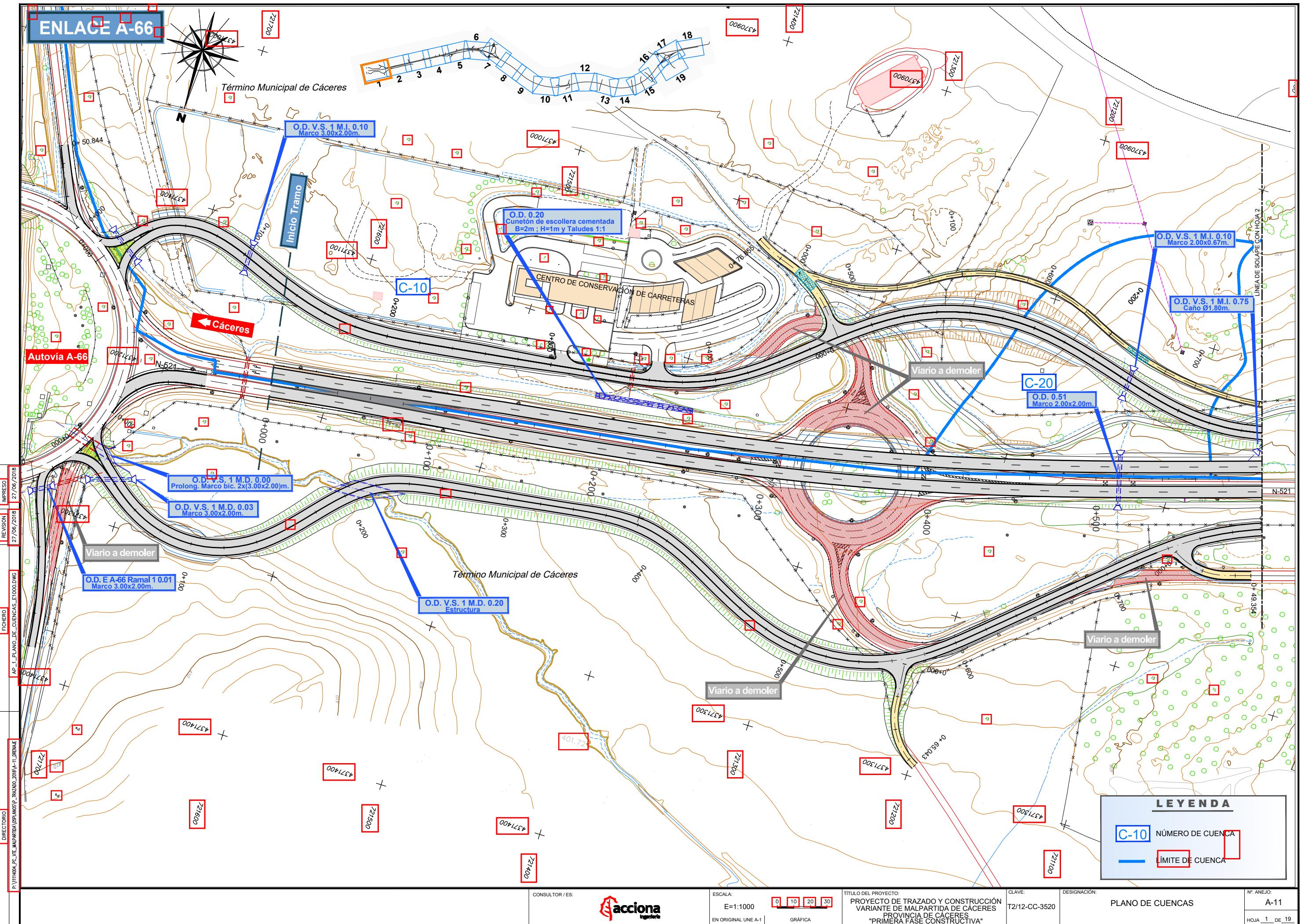
LONGITUD	ESTADO DE IMPERMEABILIDAD	CAUDAL UNITARIO $q(l/(m^2 \times s))$	ANCHURA B (m)	LONGITUD L (m)	Caudal $Q_L = q \times B \times L (l/s)$	Caudal $Q_L(m^3/s)$	Otro Caudal $Q_L(m^3/s)$	Caudal total $Q_L(m^3/s)$	OBSERVACIONES
TRONCO									
500 m de dren	ALTA	0,00001	12,60	500,0	0,0630	0,0000630		0,0000630	
500 m de dren	ALTA	0,00001	12,60	500,0	0,0630	0,0000630		0,0000630	
500 m de dren	ALTA	0,00001	12,60	500,0	0,0630	0,0000630		0,0000630	
500 m de dren	ALTA	0,00001	12,60	500,0	0,0630	0,0000630		0,0000630	
500 m de dren	ALTA	0,00001	12,60	500,0	0,0630	0,0000630		0,0000630	
500 m de dren	ALTA	0,00001	12,60	500,0	0,0630	0,0000630		0,0000630	
500 m de dren	ALTA	0,00001	12,60	500,0	0,0630	0,0000630		0,0000630	
500 m de dren	ALTA	0,00001	12,60	500,0	0,0630	0,0000630		0,0000630	
500 m de dren	ALTA	0,00001	12,60	500,0	0,0630	0,0000630		0,0000630	
500 m de dren	ALTA	0,00001	12,60	500,0	0,0630	0,0000630		0,0000630	

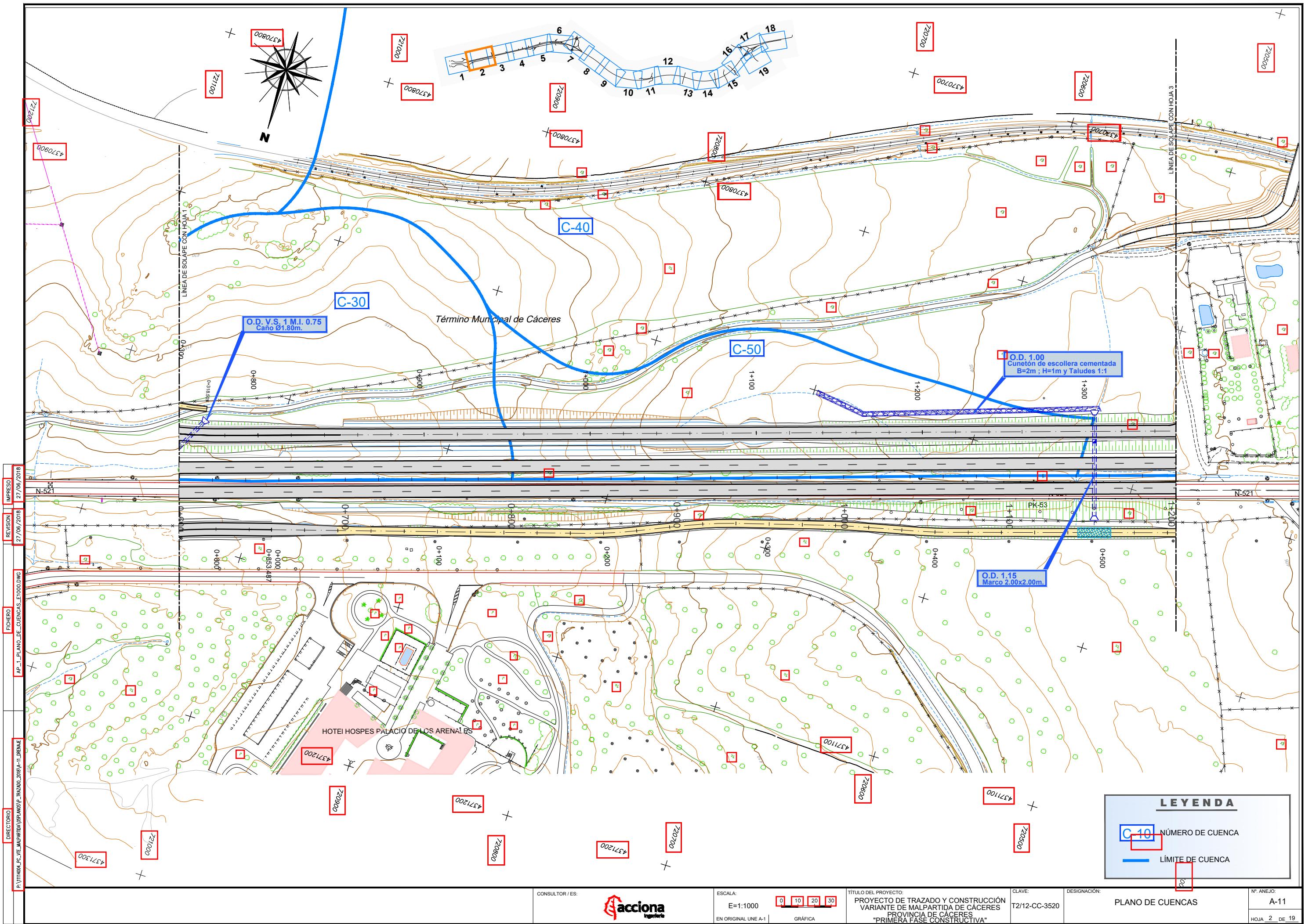
DRENAJE LONGITUDINAL. PERÍODO DE RETORNO DE DISEÑO 25 AÑOS
CÁLCULO HIDRÁULICO DE LAS TUBERIAS DRENANTES (DREN). DIÁMETRO = 15 CM.

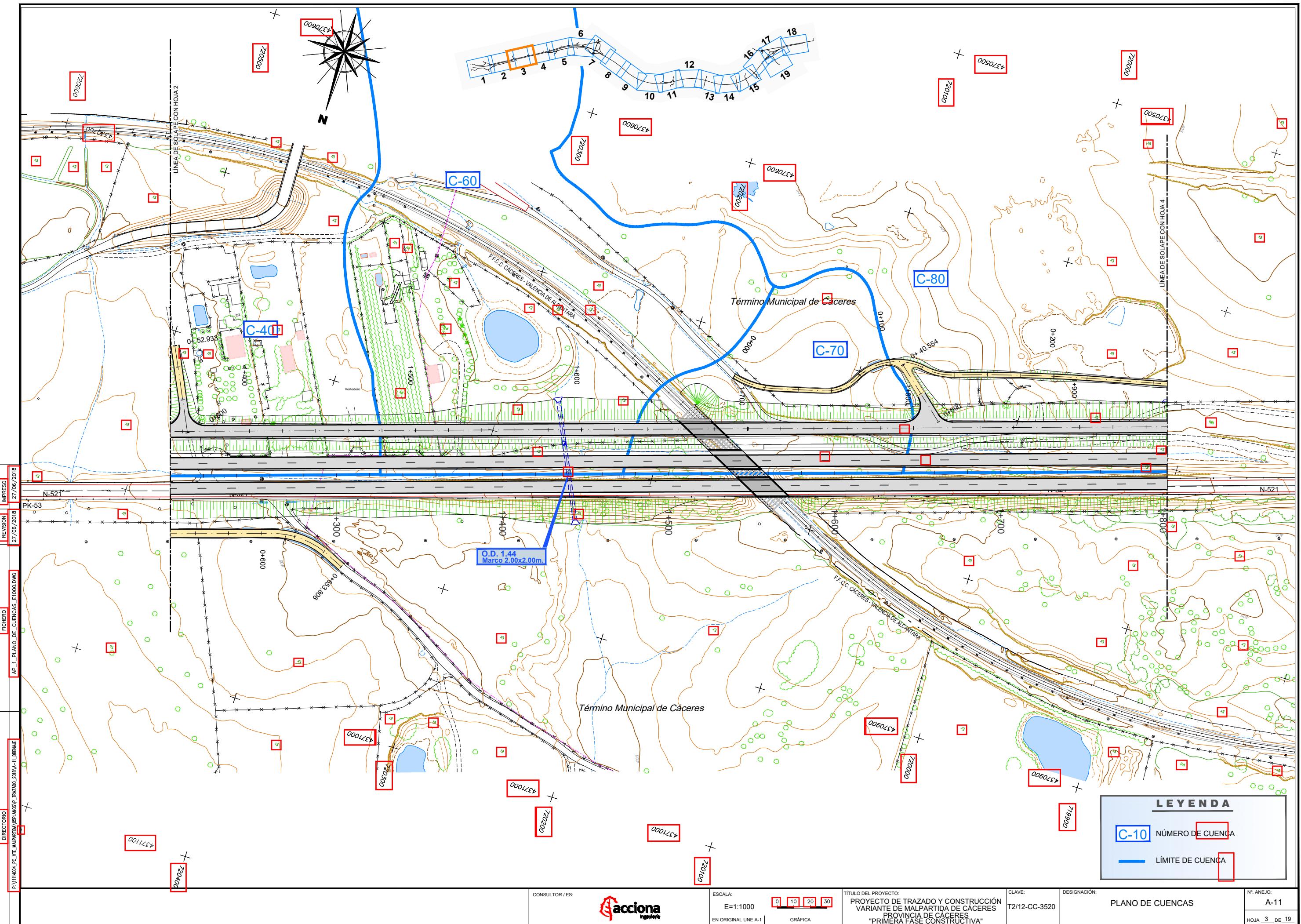
LONGITUD	LONGITUD (m)	ESTADO DE IMPERMEABILIDAD	CAUDAL TOTAL $Q_L(m^3/s)$	Número de Manning $n = 1 / k = 1 / 40 = 0,025$	DREN Ø 0,15 m Calado Máximo $h = 0,12 \text{ m}$	PENDIENTE $i (m/m)$	Calado (m)	Velocidad (m/s)	Pendiente Crítica (m/m)
TRONCO									
500 m de dren	500	ALTA	0,0000630	0,02500	0,12	0,00500	0,0112	0,11	0,0389
500 m de dren	500	ALTA	0,0000630	0,02500	0,12	0,00800	0,0100	0,12	0,0389
500 m de dren	500	ALTA	0,0000630	0,02500	0,12	0,01500	0,0086	0,15	0,0389
500 m de dren	500	ALTA	0,0000630	0,02500	0,12	0,02000	0,0081	0,17	0,0389
500 m de dren	500	ALTA	0,0000630	0,02500	0,12	0,02500	0,0077	0,19	0,0389
500 m de dren	500	ALTA	0,0000630	0,02500	0,12	0,03000	0,0073	0,20	0,0389
500 m de dren	500	ALTA	0,0000630	0,02500	0,12	0,03500	0,0071	0,21	0,0389
500 m de dren	500	ALTA	0,0000630	0,02500	0,12	0,04000	0,0068	0,22	0,0389
500 m de dren	500	ALTA	0,0000630	0,02500	0,12	0,04500	0,0066	0,23	0,0389
500 m de dren	500	ALTA	0,0000630	0,02500	0,12	0,05000	0,0065	0,23	0,0389

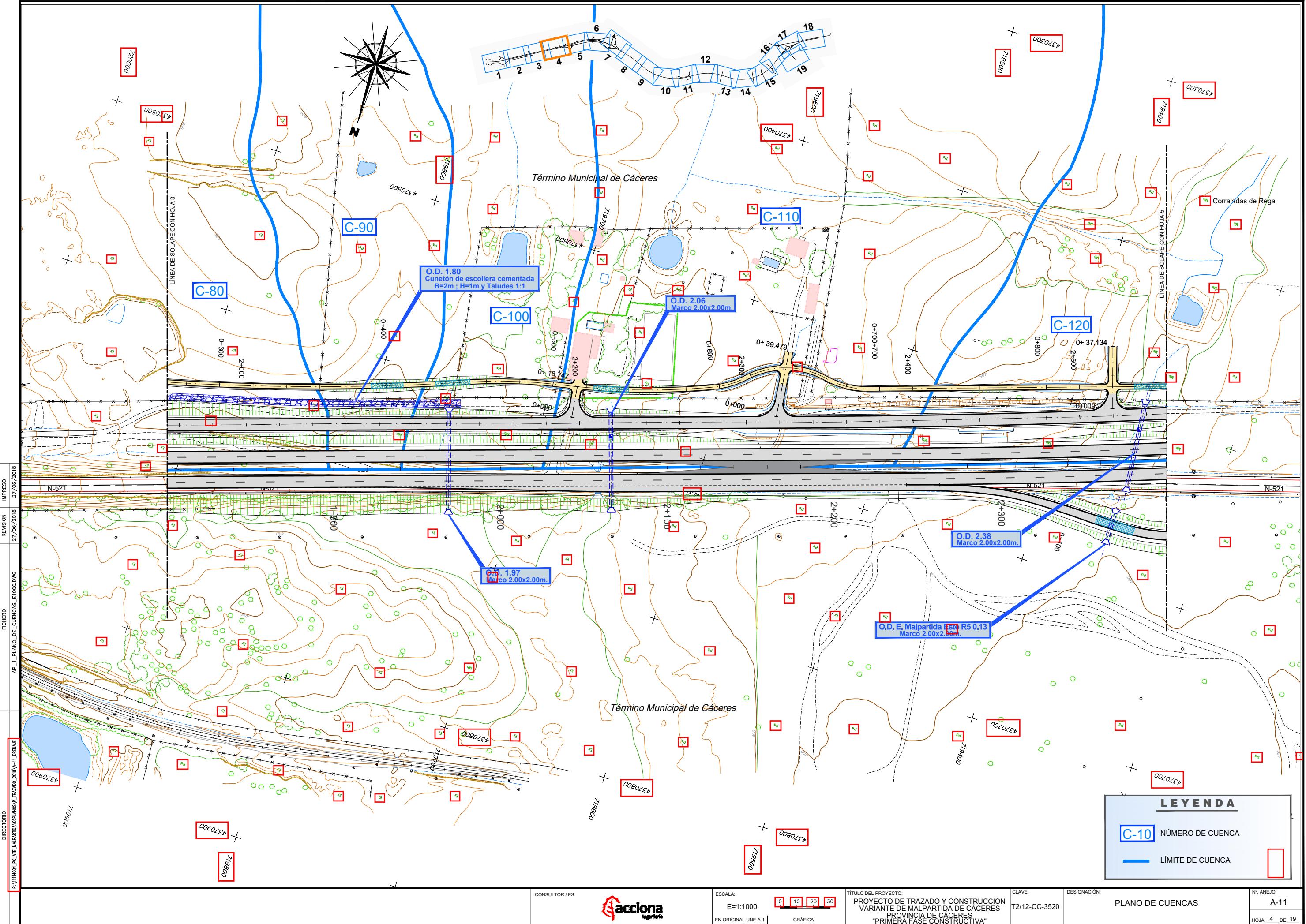
APÉNDICE 1

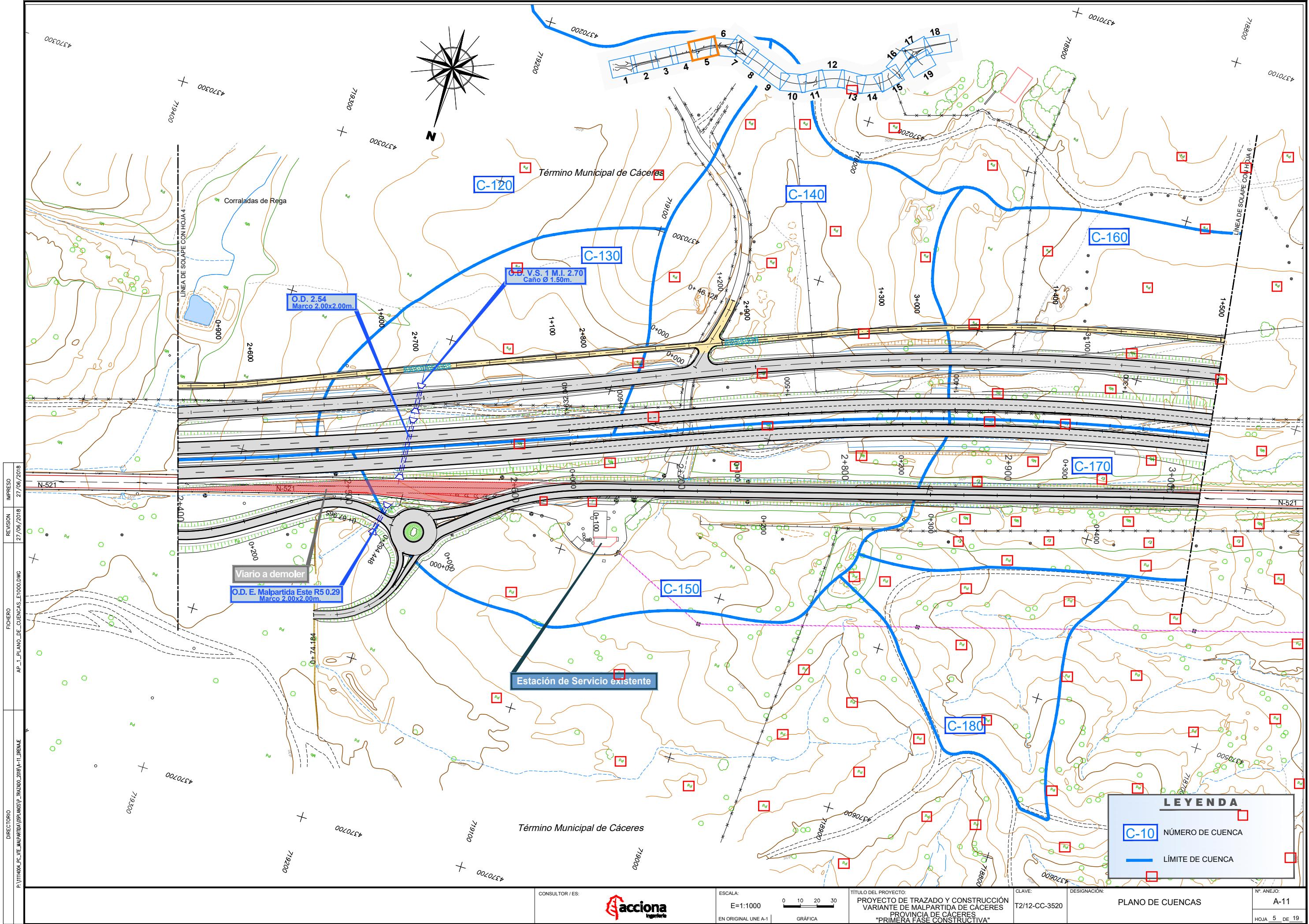
PLANOS DE CUENCAS E-1:1.000

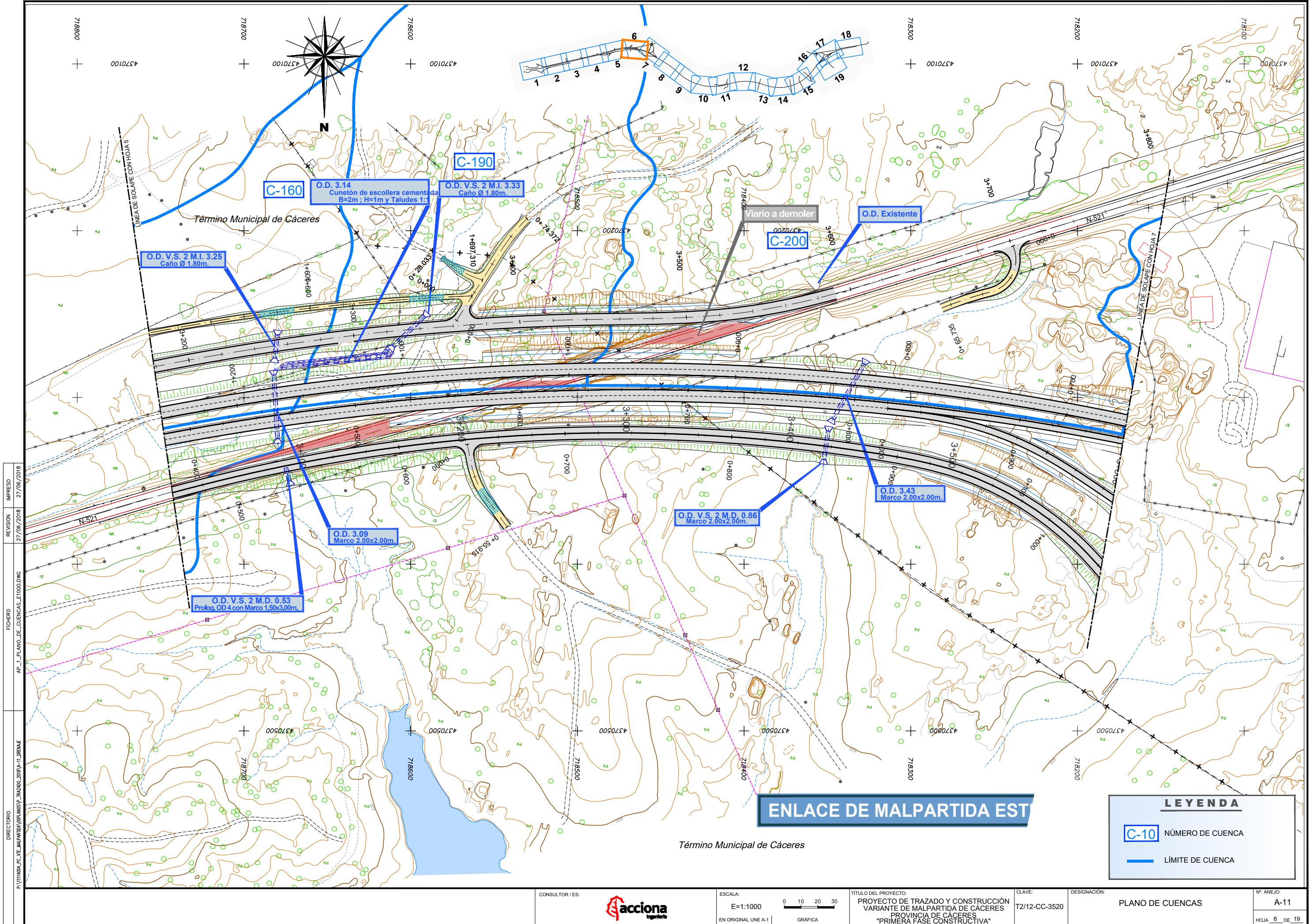






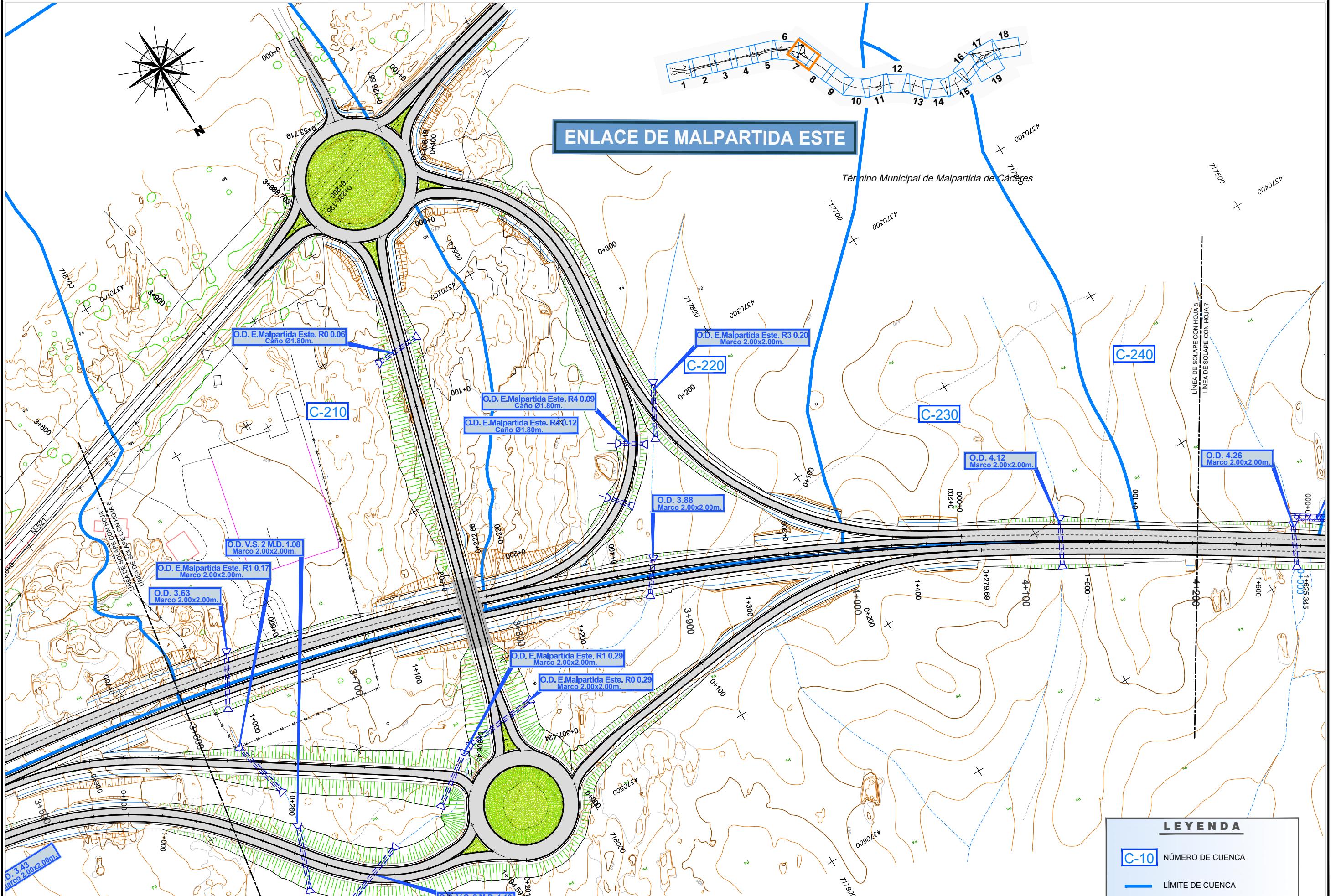


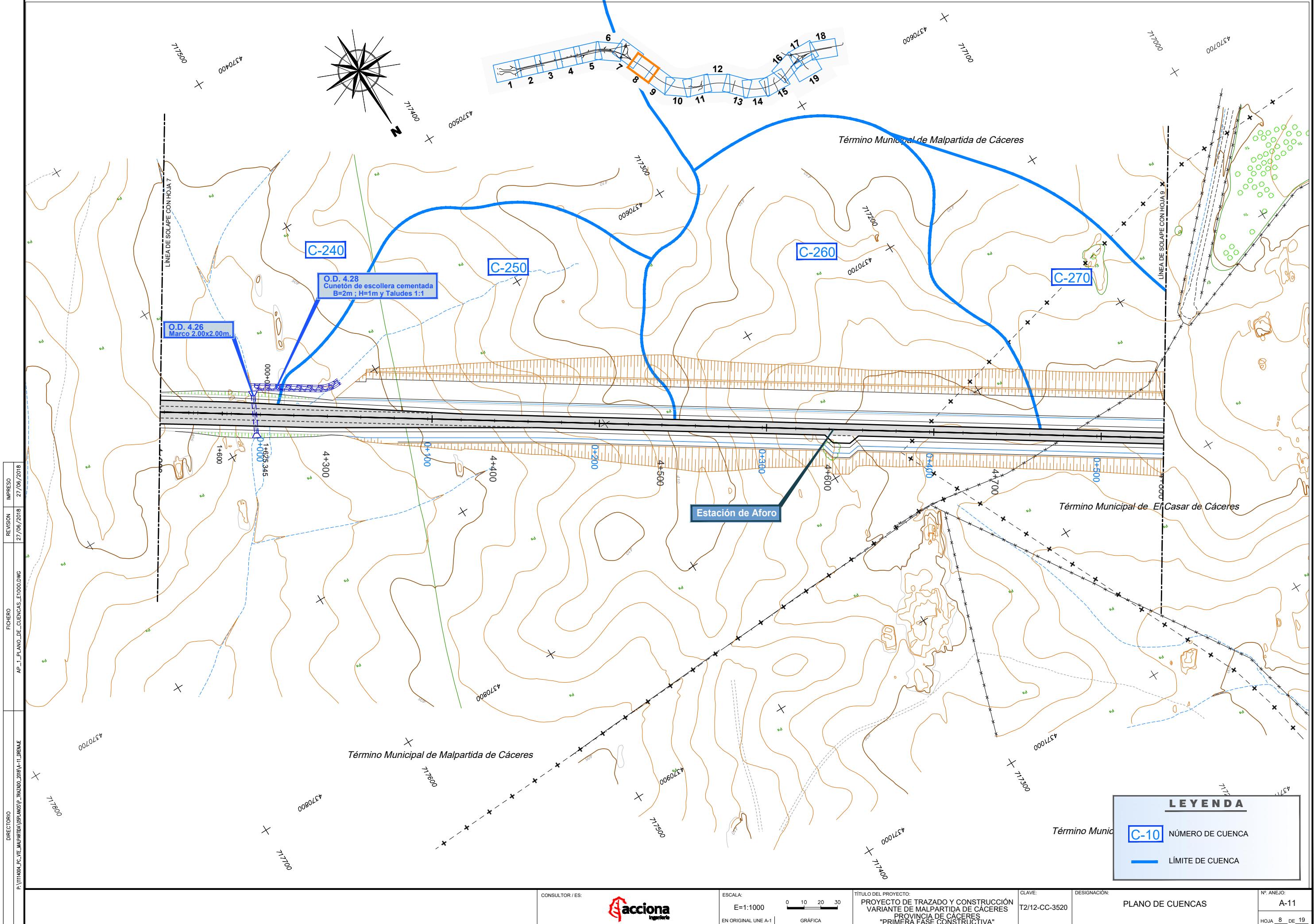


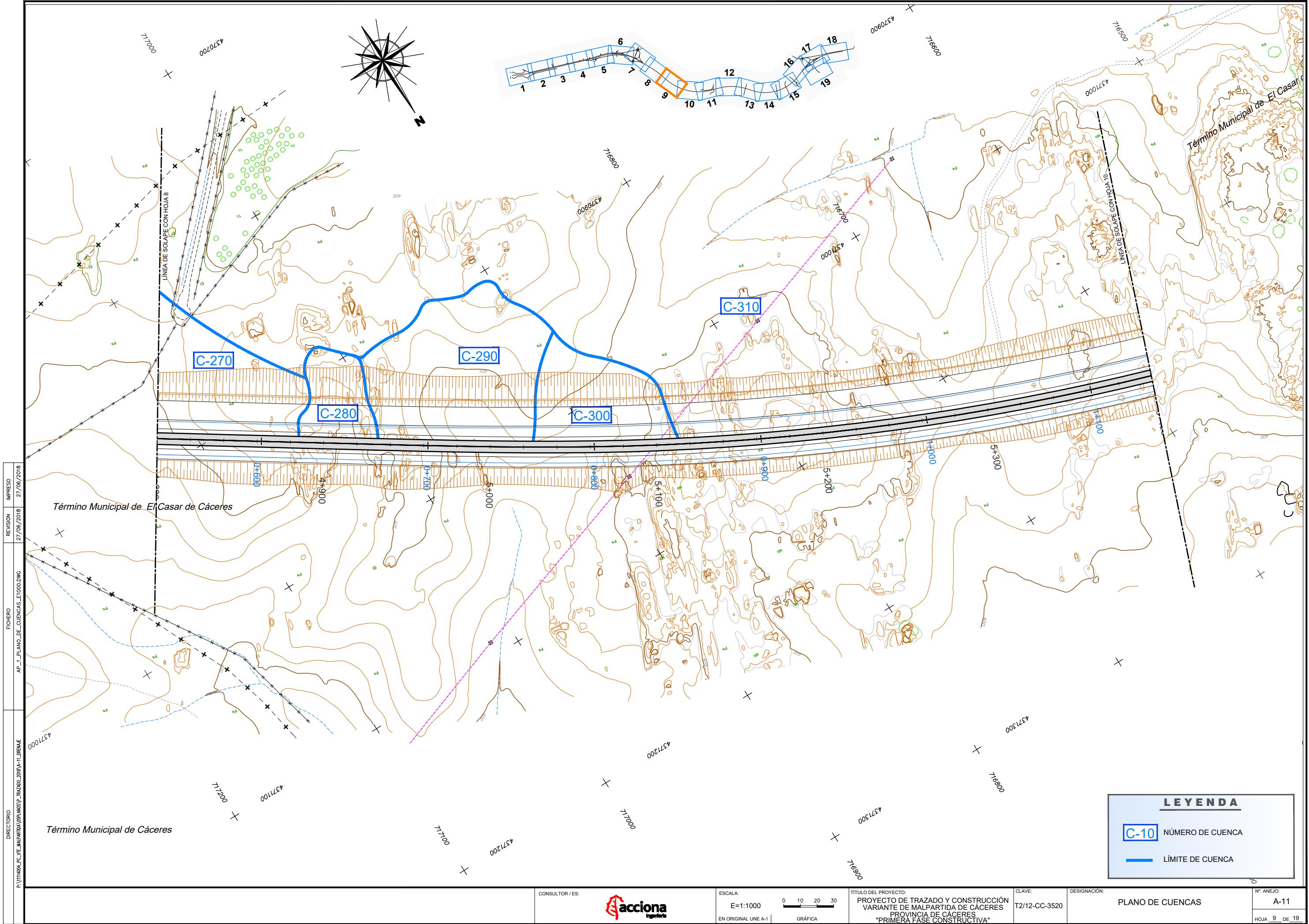


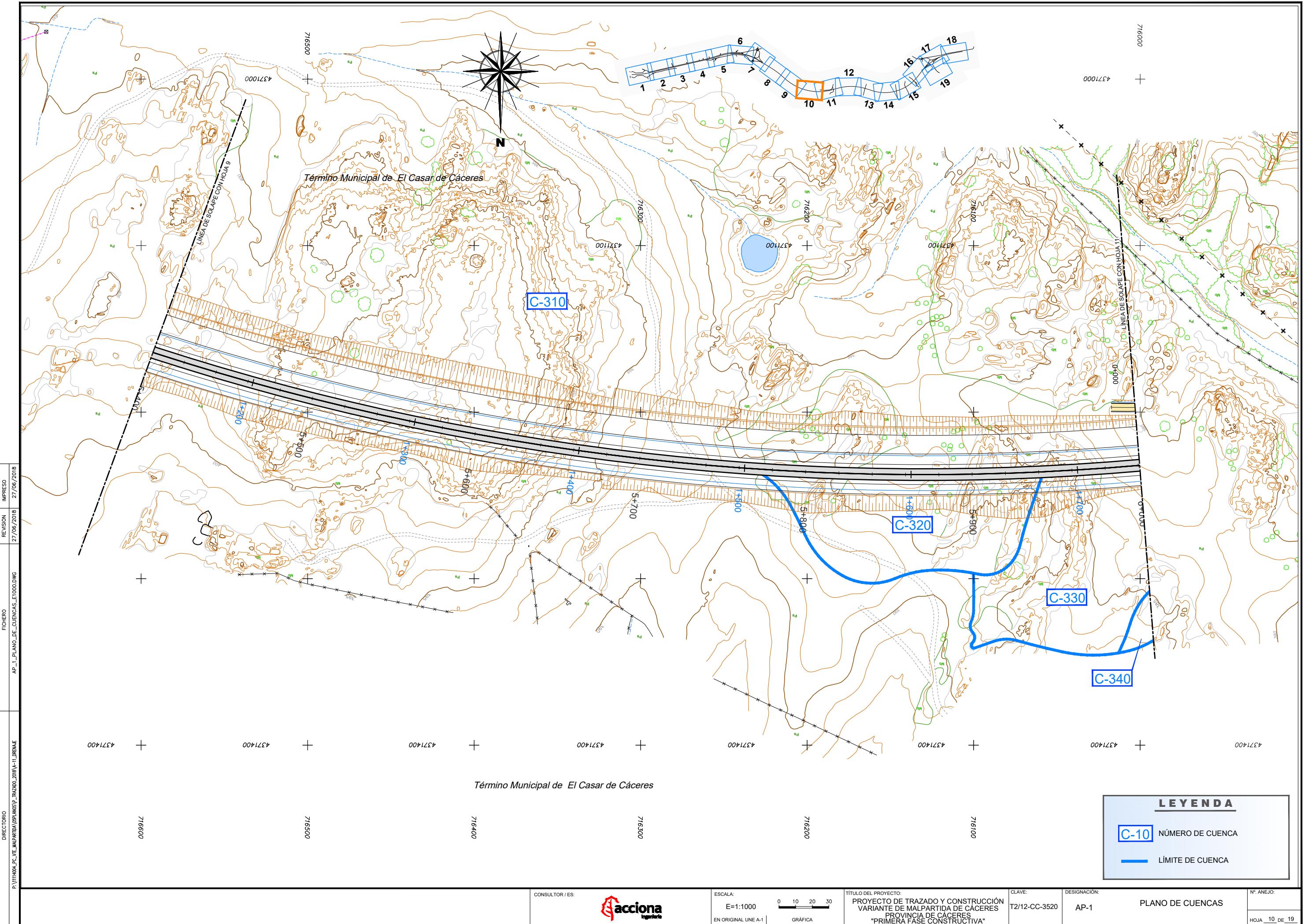
ENLACE DE MALPARTIDA ESTE

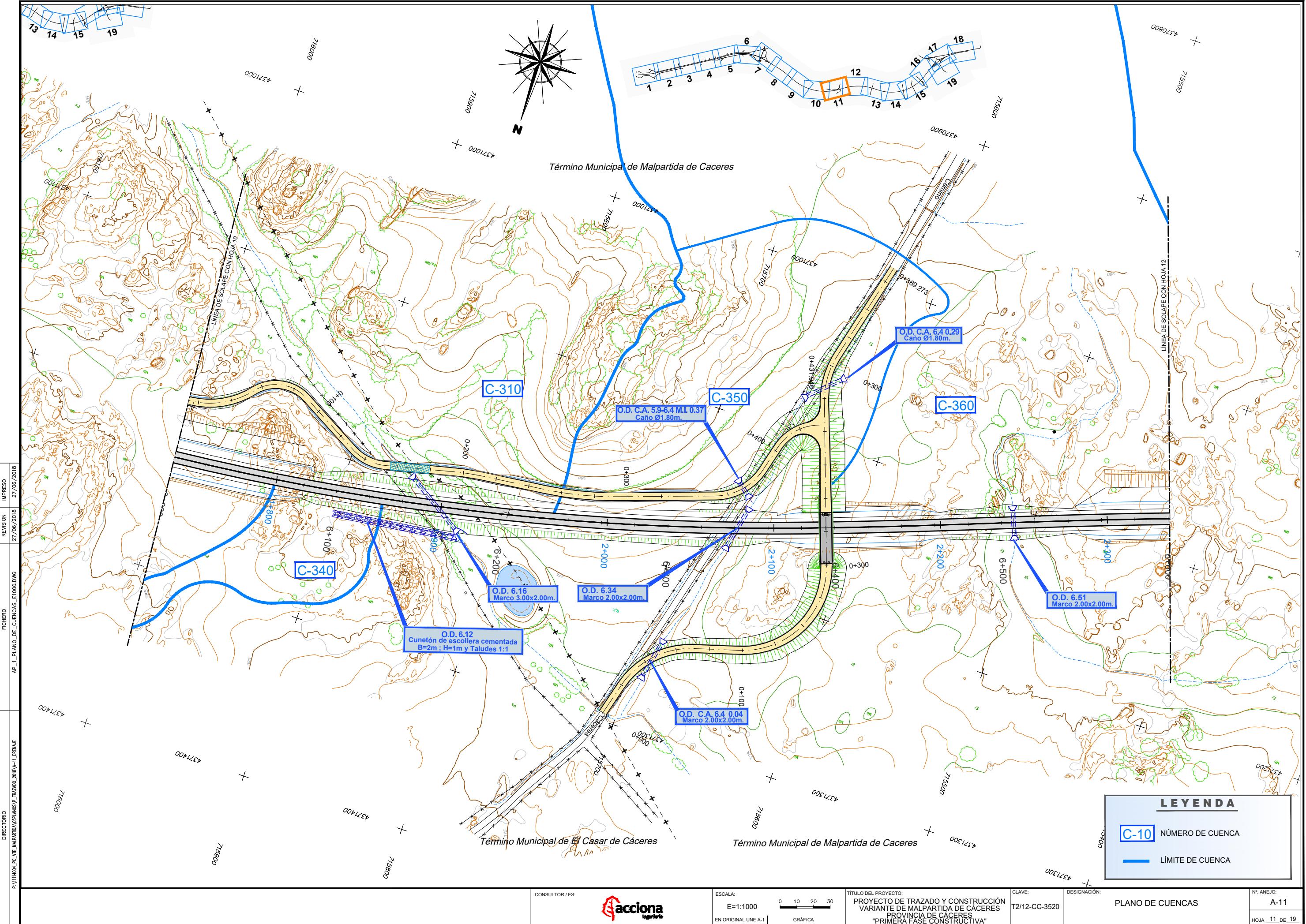
FICHERO IMPRESO
REVISIÓN 06/2018
AP_1_PLANO_DE_CUENCA_E1000.DWG
DIRECTORIO P:\THBRA\PC-VIE\AUTORITARIO\VERBANCOS\TRAZADO_2018\+1-DIRENA
P:\THBRA\PC-VIE\AUTORITARIO\VERBANCOS\TRAZADO_2018\+1-DIRENA

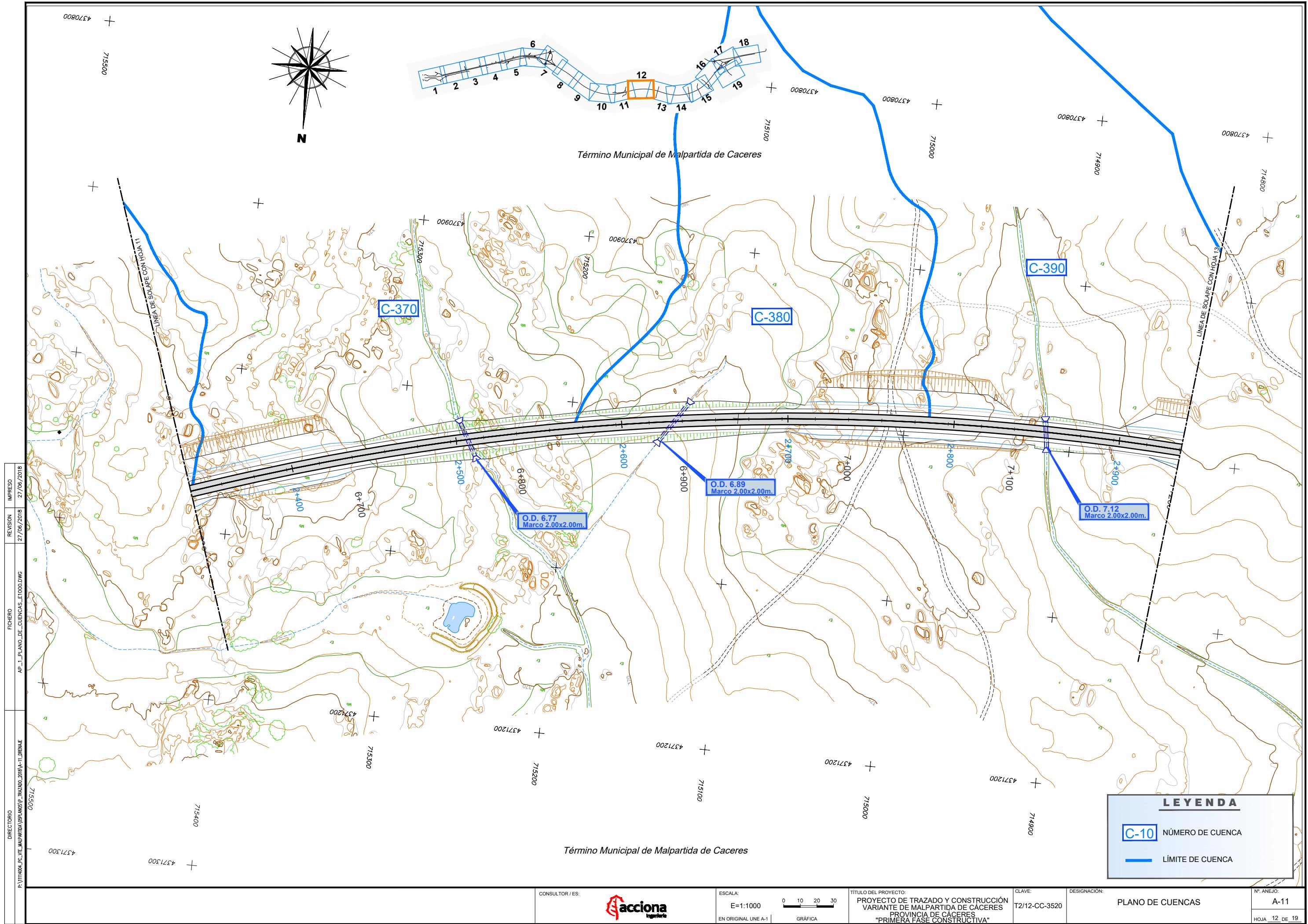










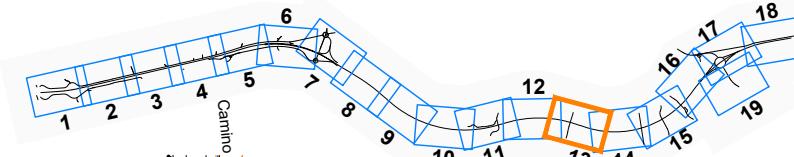
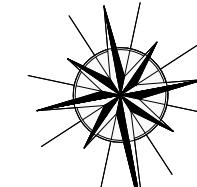


P:\VTHH04\PC_VIE_MALPARTIDA\PROYECTOS\TRAZADO_2008\T-1.DWG

AP_1_PLANO_DE_CUENCA.E1000.DWG

27/06/2018

27/06/2018



4370800

714400

4370900

714300

4370900

714200

4370900

714100

4370900

714000

4370900

713900

4370900

713800

4370900

713700

4370900

713600

4370900

713500

4370900

713400

4370900

713300

4370900

713200

4370900

713100

4370900

713000

4370900

712900

4370900

712800

4370900

712700

4370900

712600

4370900

712500

4370900

712400

4370900

712300

4370900

712200

4370900

712100

4370900

712000

4370900

711900

4370900

711800

4370900

711700

4370900

711600

4370900

711500

4370900

711400

4370900

711300

4370900

711200

4370900

711100

4370900

711000

4370900

710900

4370900

710800

4370900

710700

4370900

710600

4370900

710500

4370900

710400

4370900

710300

4370900

710200

4370900

710100

4370900

710000

4370900

709900

4370900

709800

4370900

709700

4370900

709600

4370900

709500

4370900

709400

4370900

709300

4370900

709200

4370900

709100

4370900

709000

4370900

708900

4370900

708800

4370900

708700

4370900

708600

4370900

708500

4370900

708400

4370900

708300

4370900

708200

4370900

708100

4370900

708000

4370900

707900

4370900

707800

4370900

707700

4370900

707600

4370900

707500

4370900

707400

4370900

707300

4370900

707200

4370900

707100

4370900

707000

4370900

706900

4370900

706800

4370900

706700

4370900

706600

4370900

706500

4370900

706400

4370900

706300

4370900

706200

4370900

706100

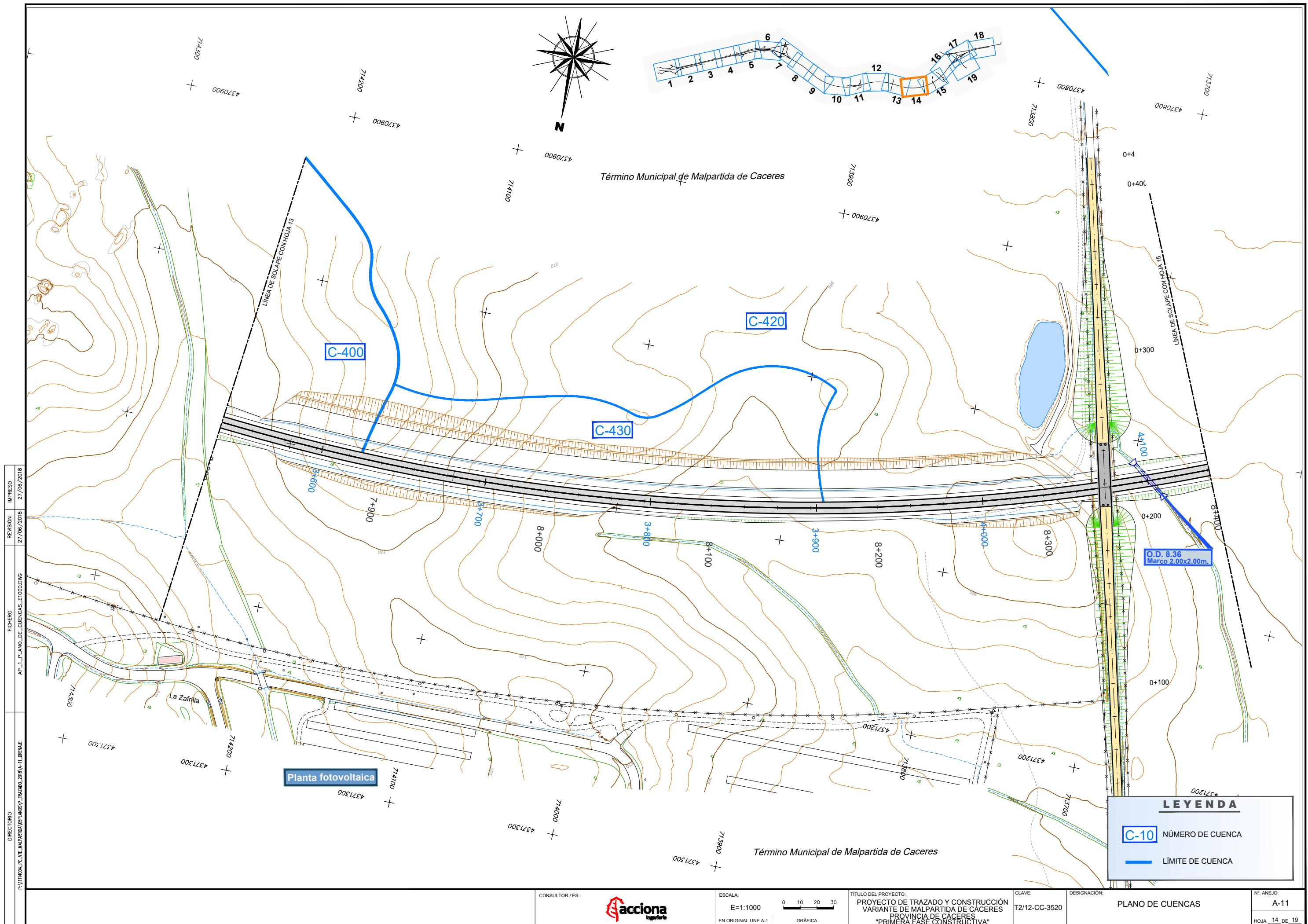
4370900

706000

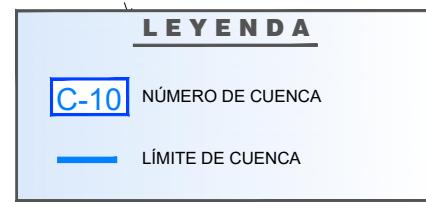
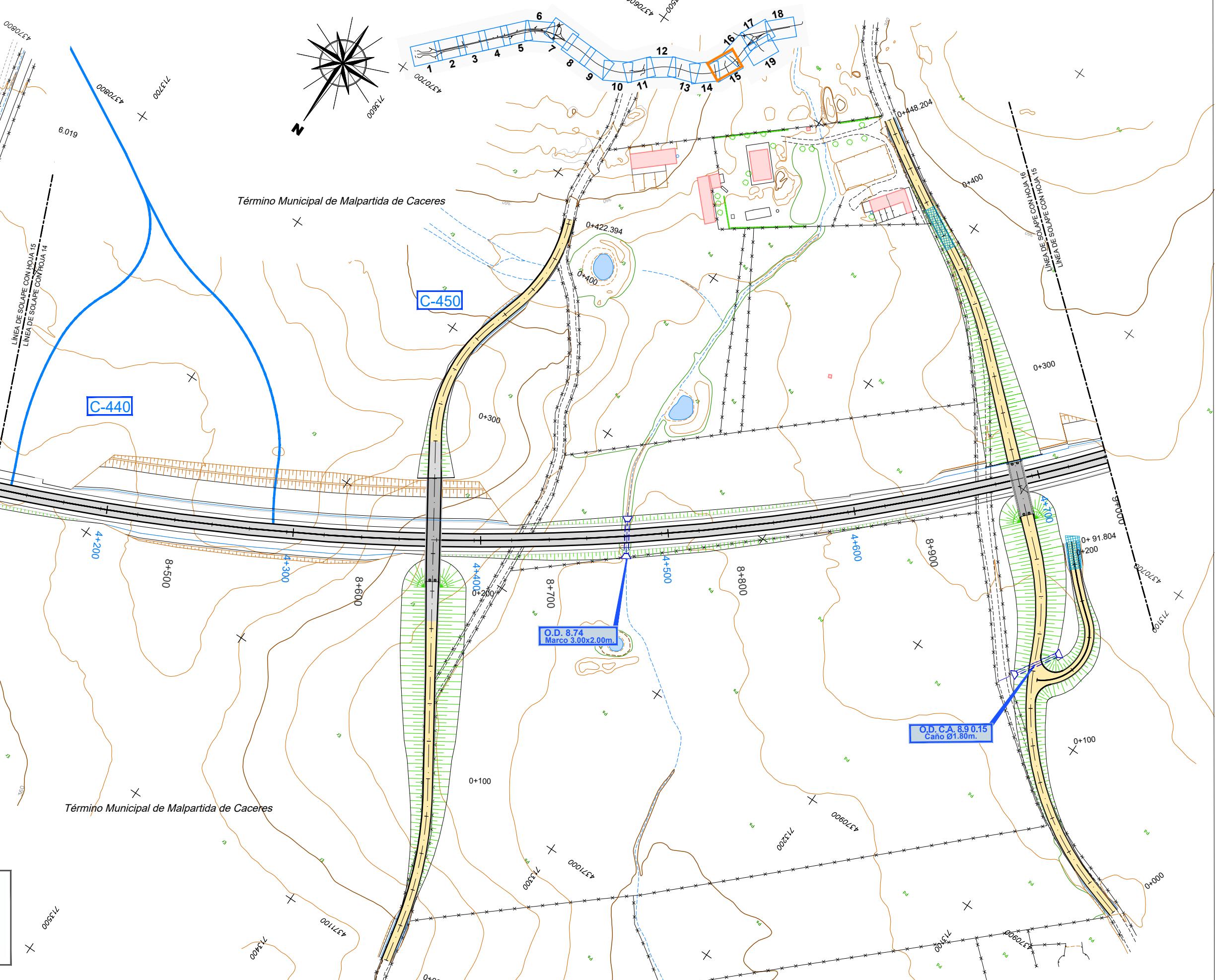
4370900

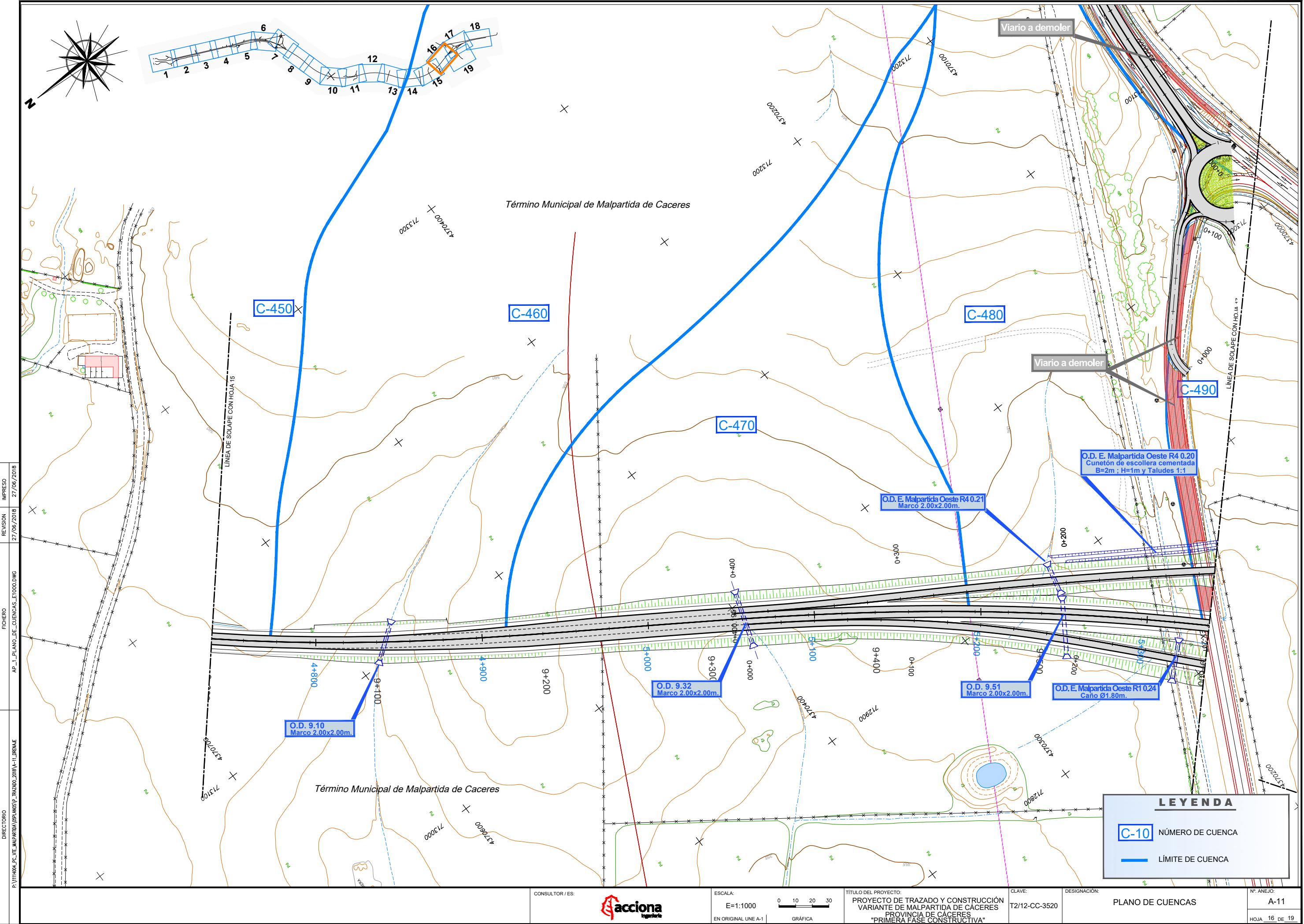
705900

4370900



Término Municipal de Malpartida de Cáceres





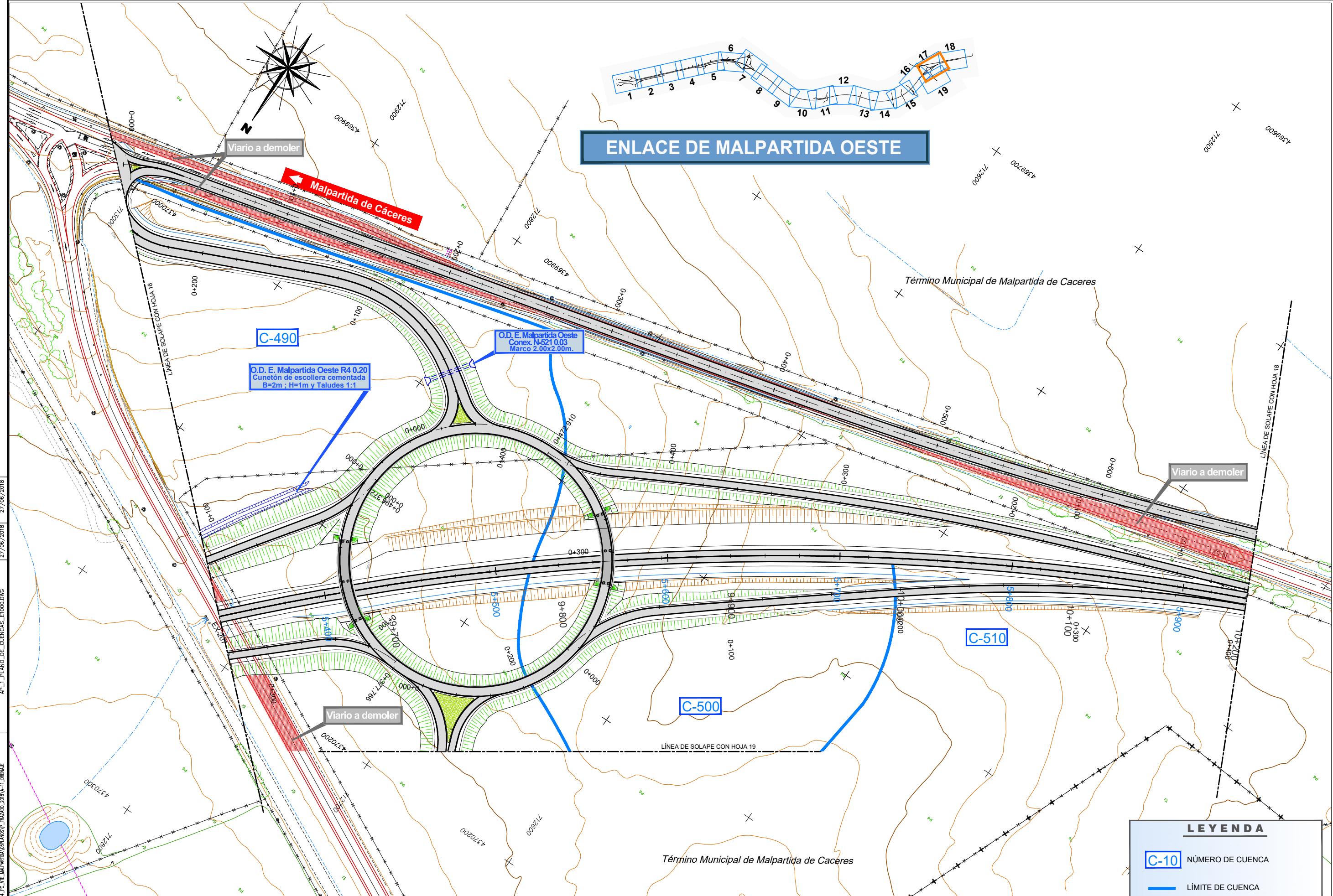
ENLACE DE MALPARTIDA OESTE

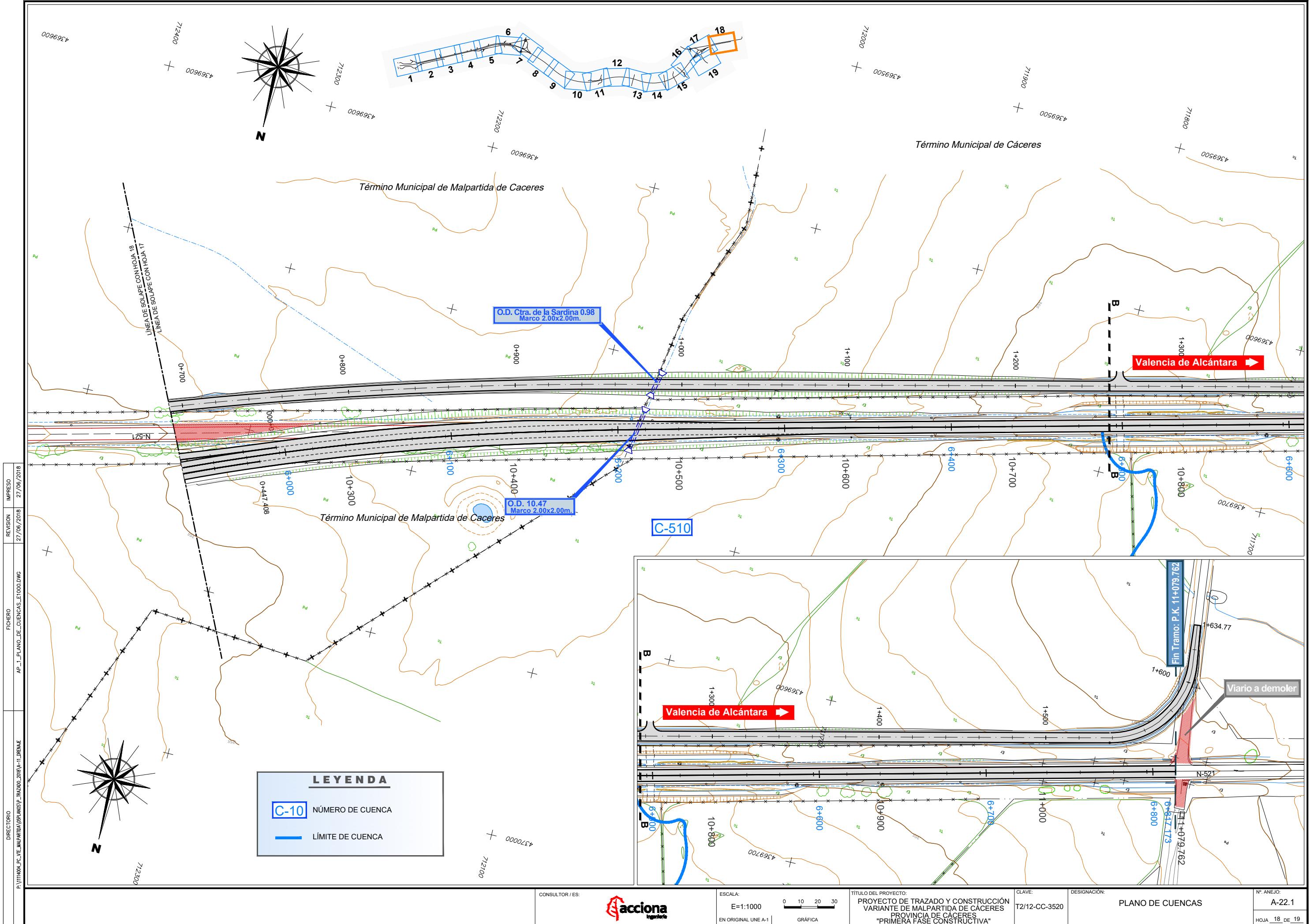
FICHERO IMPRESO 27/06/2018

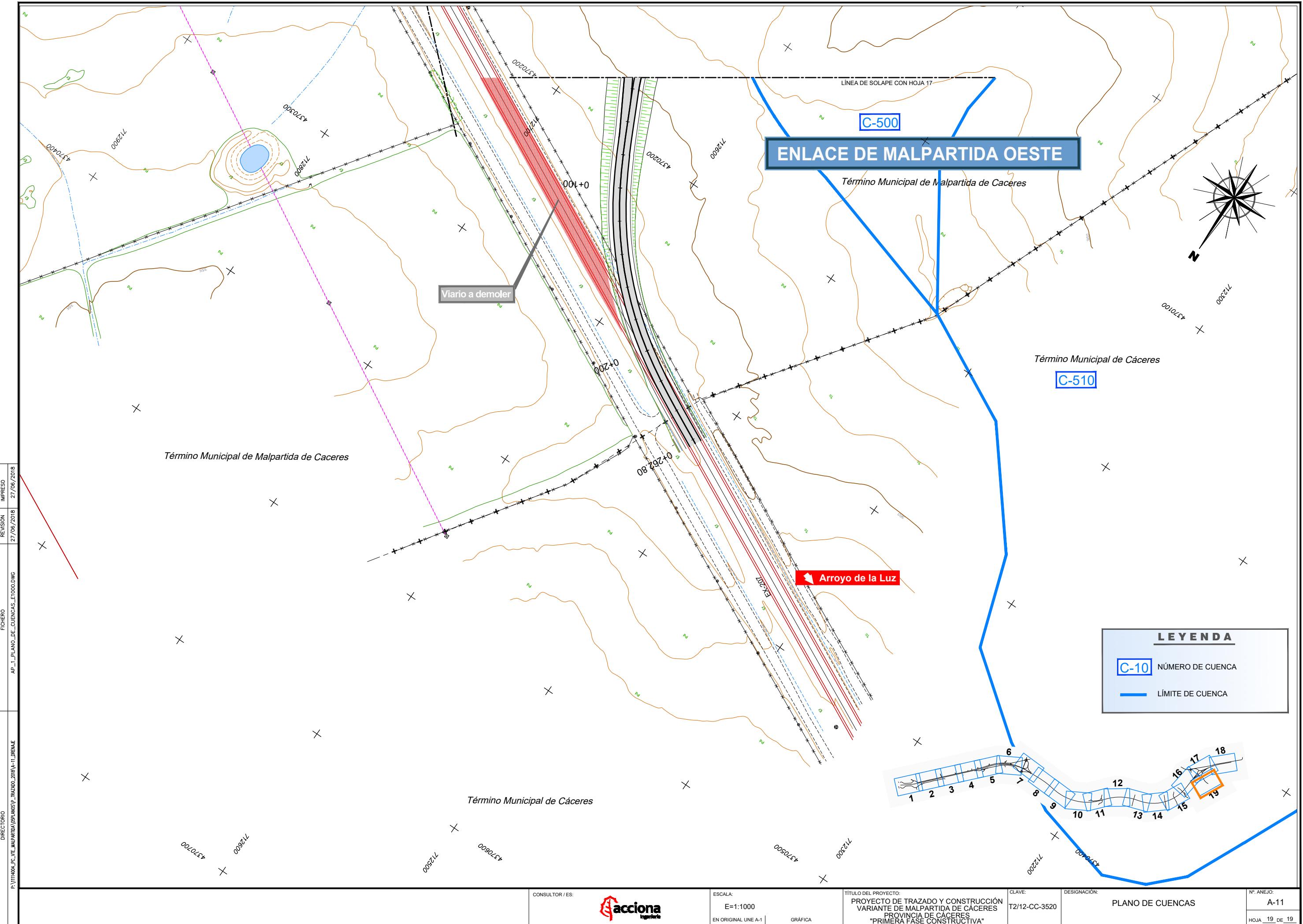
AP_1_PLANO_DE CUENCA_S_E1000.DWG 27/06/2018

DIRECTORIO

P:\THB\PC_VIT\MAQUETAS\VERSINSP_Trazado_2018\T-1.DWG







+

APÉNDICE 2

CONTACTOS CON OTROS ORGANISMOS



D. MANUEL GARCÍA OLIVA CONFEDERACION HIDROGRAFICA DEL TAUO Avenida de España, 4 - 1º 10071 CÁCERES, CÁCERES	JESUS RAMIRO TORRES Anabel Segura, 11 - Edificio D 28108 - ALCOBENDAS (MADRID)	TELÉFONO 91 142 03 00	FAX 91 142 03 03
SU REFERENCIA 11114004	SU CARTA DEL N / REFERENCIA 11114004	FECHA 04 de septiembre de 2014	
ASUNTO: SOLICITUD DE INFORMACIÓN PARA EL PROYECTO DE TRAZADO Y CONSTRUCCIÓN DE LA VARIANTE DE MALPARTIDA DE CÁCERES. CLAVE T2/12-CC-3520.			

La Demarcación de Carreteras del Estado en Extremadura está redactando actualmente el "Proyecto de Trazado y Construcción de la Variante de Malpartida de Cáceres", para ello autoriza la asistencia técnica del proyecto a la empresa Acciona Ingeniería.

Con tal motivo, se solicita la siguiente información:

- Criterios de cálculo de caudales de proyecto para el dimensionamiento de las obras de drenaje: períodos de retorno, caudales específicos, tipología de las obras de drenaje, secciones mínimas y llanuras de inundación para avenidas de 500 años.
- Límite del dominio público hidráulico de los cauces atravesados por la autovía y en el caso de que no estuvieran deslindeados, criterios para poder fijarlo.
- Posibles infraestructuras (acequias, canales de riego, abastecimiento, etc.) que posean en la zona y condicionen el trazado de la autovía proyectada.
- Inventario de los puntos de agua reconocidos en el entorno del proyecto (pozos, fuentes, manantiales, etc.).
- Comunidades de regantes constituidas o usuarios del dominio público hidráulico presentes en la zona de proyecto.
- La existencia de aforos en los ríos, barrancos y/o manantiales en la zona de estudio y en caso afirmativo los listados foronómicos correspondientes.

Se ruega igualmente faciliten el nombre de la persona de contacto con la que mantener las oportunas conversaciones para las cuestiones que puedan surgir durante la redacción del proyecto.

Se adjunta acreditación y plano indicando la zona de actuación sobre la que se solicita información.

Los datos solicitados los pueden hacer llegar a Acciona Ingeniería a la dirección indicada a continuación:

ACCIONA INGENIERÍA
C/ Anabel Segura nº 11, Edificio D
28108 Alcobendas- Madrid
Att. D. Jesús Ramiro Torres
Tel.: 91 142 03 00, ext. 80168
jesus.ramiro.torres@accionia.com

ACCIONA INGENIERÍA, S.A. (Sociedad Unipersonal) Registro Mercantil de Madrid / Tomo 27246 / Folio 65 / Sección 8 / Hoja M-53241.

ROGAMOS QUE AL CONTESTAR
CITEN NUESTRA REFERENCIA



Sin otro particular, se despide atentamente,



Fdo.: D. Jesús Ramiro Torres

ROGAMOS QUE AL CONTESTAR
CITEN NUESTRA REFERENCIA

GOBIERNO DE EXTREMADURA

Consejería
de Agricultura, Desarrollo Rural, Medio Ambiente y Energía

Dirección General de
Medio Ambiente

Avda. Luis Ramallo, s/n
06800 MÉRIDA
Teléfono: 924 00 20 00

ACCIONA INGENIERÍA
A/a: D. Juan Carlos Escalona Sánchez
C/ Anabel Segura, nº 11, Edificio D
28108 Alcobendas (MADRID)

S/Ref. 1114004
Fecha: 1 de agosto de 2014
Asunto: solicitud de información para el proyecto de trazado y construcción de la variante de Malpartida de Cáceres.

En relación a su solicitud se informa, en base a las competencias de este Servicio, que no existen terrenos cinegéticos bajo gestión pública (contemplados en el art. 17 de la Ley 14/2010, de 9 de diciembre, de caza de Extremadura (D.O.E. N° 239 de 15 de diciembre de 2010)), ni masas de agua sometidas a régimen especial (contempladas en el art. 8 de la Ley 11/2010, de 16 de noviembre , de Pesca y Acuicultura de Extremadura (DOE N° 223 de 19 de noviembre de 2010))en el área afectada por el proyecto de referencia. Asimismo, se verifica en dicha zona que no existen instalaciones o infraestructuras propiedad de este Servicio.

Por otro lado, se realizan las siguientes observaciones con el fin de evitar las posibles afecciones a la ictiofauna (peces) generadas por las infraestructuras de PASO O CRUCE DE VIALES SOBRE CURSOS DE AGUA que pudieran establecerse en el proyecto:

1.- Referidas a los VIADUCTOS que afecten a RIOS O ARROYOS discontinuos o permanentes: en los lechos debe evitarse la cimentación o base vistas de estructuras con las losas corridas y superficie o cara superior en cota constante, situación agravada si además están inclinadas en el sentido de la corriente. Así se generan barreras fluviales por reducción del calado (crítica <25cm por reparto de la sección mojada a lo largo de la losa) y velocidad de corriente (crítica >1m/s, si existen rampas inclinadas longitudinalmente), imposibilitando el remonte a los frezaderos de las especies del país o autóctonas. Así mismo se deben evitar obras de consolidación o retención de sedimentos transversales al cauce y continuas con igual rasante transversal al río, pues aun siendo de gaviones o escolleras generan efecto barrera y pérdida de las distintas secciones hidráulicas naturales (avenidas y estajías). Posibles soluciones son, en orden decreciente de compatibilidad:

- Que todas las estructuras y acabados de la obra en la "rasante final mojada" queden sumergidos en una tabla o poza con geomorfología relativamente estable, con calado ordinario mayor de 0,5m, y las velocidades de corriente menores a las de la situación precedente natural o mejoradas para la ictiofauna (menores de 1m/s).
- Dejar las losas enterradas bajo la rasante natural restituida del lecho, elevándose el coste sólo en el incremento de la profundidad de la estructura vertical en más de un metro. En la restitución de la rasante con los materiales propios del lecho natural retirado en la excavación, debe añadirse un incremento en la granulometría de los materiales de superficie en el entorno de las estructuras verticales (pilares u otras) que, con ocasión de los nuevos flujos de circulación local más rápida del curso, puedan generar pozas o descalces por otras turbulencias que en el cauce maduro o precedente no se presentaban. Se trata sólo de disponer escollas en el entorno de tales estructuras verticales.
- Dejar discontinuidades o diferencias de cota o calado en las losas, gaviones o escolleras transversales continuas, tratando de restituir las distintas secciones hidráulicas naturales previas (estaje, régimen normal, avenida ordinaria y extraordinaria), en un emplazamiento con sección transversal amplia.



SITUACION A EVITAR

JUNTA DE EXTREMADURA
REGISTRO ÚNICO
Salida N° 2014208060011398
05/08/2014 09:12:00

2.- Referidas a los MARCOS o tubos que cruzen cursos de agua temporales: interesa que la losa o lado inferior se disponga nivelada en el sentido longitudinal del curso en 0,5m por debajo de su rasante en lecho natural, tanto para las oportunidades de transitabilidad a la freza de peces reófilos de la zona (barbos, bogas, cachos, pardillas,...), como para mantener la continuidad del medio hiporréico (vida del lecho), y restablecimiento de las distintas secciones de régimen fluvial. Las soluciones posibles son:

- La restitución de la rasante natural dentro del marco con la losa enterrada, con granulometría análoga a la de los áridos naturales del lecho de origen. Contribuye a la estabilidad de la obra pues mantiene el transporte de los acarreos (caudales sólidos) evitando los descalces por transporte aguas abajo sin reposición natural de áridos desde aguas arriba.
- Otra opción (lechos en roca dura) es zampear en la salida del desague de modo que se inunde en periodo de aguas la losa de la batería marcos, manteniendo un calado mínimo de 0,5m y velocidades menores de 1m/s.
- La que se entiende menos compleja en obra es el cajeo para que las losas niveladas de los marcos estén inundadas con un calado mínimo de medio metro, y que hasta la restitución de su geomorfología, funcione al tránsito de peces como un tramo de poza o tabla.

SITUACIÓN A EVITAR



SOLUCIONES PROPUESTAS



3.- Referidas a OBRAS complementarias DE CONSOLIDACION longitudinal de márgenes en el entorno de obras transversales a cursos fluviales:

Las soluciones en escollera, encachados u otras con mampostería en seco (corazas o gaviones de recubrimiento) son más compatibles ambientalmente que las de hormigón aun chapado en piedra, para evitar la impermeabilización y permitir así la colonización con vegetación acuática y riparia circundante (trenzado autoregenerativo), manteniendo la continuidad biológica de las márgenes del ecosistema fluvial y sustituyen o complementan la consolidación de la obra de construcción (escollera + geotextil permeable a plantas), por raíces y manto vegetal. Cuando la sección transversal del dominio público hidráulico lo permita, los taludes o pendientes resultantes del encauzamiento deben ser suaves o tendidos, evitando descolgar ostensiblemente la capa freática en las riberas, además de facilitar su estabilidad y revegetación espontánea, o con apoyo de tierra vegetal reextendida, con implantación de propágulos a partir de vegetación local.

Estas recomendaciones tratan de velar por los siguientes requerimientos de la ictiofauna reófila autóctona, al menos en invierno y primavera (periodos reproductivos):

- En cualquier sección transversal del curso debe existir una vena con calado mayor de 25cms sin rampas ni secciones que aceleren la velocidad de flujo a más de 1m/s en régimen inmediato a crecida ordinaria.
- Los acabados de obra en servicio deben permitir el flujo de acarreos (caudal sólido) sin que se produzcan saltos por acopios aguas arriba y descalces aguas debajo de aquella.
- Estas condiciones deben ser geomorfológica e hidrológicamente estables en el tiempo.

Para cualquier duda que pueda surgir pueden contactar con la técnica que suscribe este informe llamando al teléfono 924 332 865

Fdo. María Sanz Sanz.
Ingeniera de Montes del
Servicio de Recursos Cinegéticos y Piscícolas



MINISTERIO DE
AGRICULTURA, ALIMENTACIÓN
Y MEDIO AMBIENTE

CONFEDERACIÓN
HIDROGRÁFICA
DEL TAJO



Ministerio de Agricultura,
Alimentación y Medio Ambiente
Confederación Hidrográfica del
Tajo

FECHA: 6 de octubre de 2014

22 OCT. 2014

14882

INFORME SECTORIAL

DESTINATARIO:

ACCIONA INGENIERIA

Anabel Segura, 11 Edificio D
28108 ALCOBENDAS (MADRID)

ASUNTO:

INFORME SECTORIAL RELATIVO AL "PROYECTO DE TRAZADO Y CONSTRUCCIÓN DE LA VARIANTE DE MALPARTIDA DE CÁCERES" EN TÉRMINO MUNICIPAL DE MALPARTIDA DE CACERES (CÁCERES)

En contestación a su escrito, recibido en esta Confederación el día 9 de septiembre de 2014, por el que se solicita informe sectorial relativo al "Proyecto de trazado y construcción de la variante de Malpartida de Cáceres" en término municipal de MALPARTIDA DE CACERES (CÁCERES), se informa lo siguiente:

CONSIDERANDO, que según la documentación presentada no existen cauces públicos a menos de 100 metros medidos en horizontal de la zona de actuación.

A la vista de la documentación presentada y de acuerdo con las consideraciones tenidas en cuenta por los servicios correspondientes, para el desarrollo de las actuaciones previstas, deberán tenerse en consideración los siguientes:

CONDICIONANTES GENERALES

Actuaciones en terrenos de dominio público hidráulico

- Las actuaciones deben desarrollarse sin afectar negativamente a los cauces que pudieran existir en el ámbito de actuación.
- Los cauces que se pudieran afectar deberán mantenerse de la manera más natural posible, manteniéndolos a cielo abierto y evitando cualquier tipo de canalización o regularización del trazado que intente convertir el río en un canal, y afectando lo menos posible a sus características físicas de modo que no se produzca una disminución de la capacidad hidráulica del mismo.
- En ningún caso se autorizarán dentro del dominio público hidráulico la construcción, montaje o ubicación de instalaciones destinadas a albergar personas, aunque sea con carácter provisional o temporal, de acuerdo con lo contemplado en el artículo 51.3 del Reglamento del Dominio Público Hidráulico.
- Toda actuación que se realice en zona de dominio público hidráulico y en particular las obras de paso sobre cauces y acondicionamiento o encauzamiento de los mismos, deberán contar con la preceptiva autorización de este Organismo. Para poder otorgar la autorización de las obras correspondientes, se deberá aportar proyecto suscrito por técnico competente de las actuaciones a realizar. El proyecto citado deberá incluir una delimitación del dominio público hidráulico, de acuerdo con lo establecido en el artículo 4º del Reglamento

antes citado, referenciado tanto el estado actual como el proyectado, y un estudio de las avenidas extraordinarias previsibles con objeto de dimensionar adecuadamente las obras previstas.

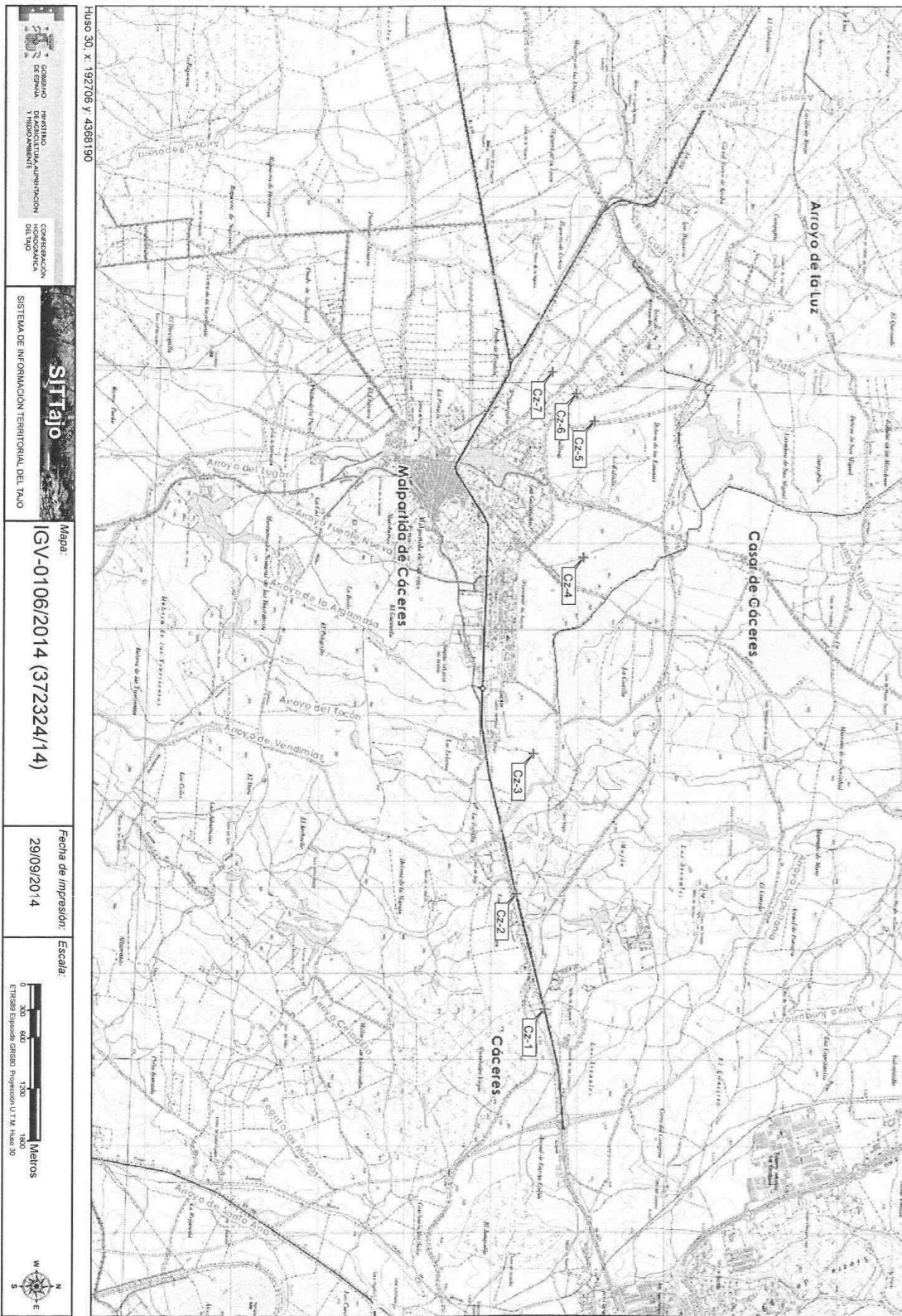
Actuaciones en zona de policía

- Los terrenos que lindan con los cauces están sujetos en toda su extensión longitudinal a una zona de servidumbre de 5 metros de anchura para uso público y una zona de policía de 100 metros de anchura. La existencia de estas zonas únicamente significa que en ellas se condicionarán el uso del suelo y las actividades que se desarrolle, con la finalidad de conseguir los objetivos de preservar el estado del dominio público hidráulico, prevenir el deterioro de los ecosistemas acuáticos, contribuyendo a su mejora, y proteger el régimen de las corrientes en avenidas, favoreciendo la función de los terrenos colindantes con los cauces en la laminación de caudales y carga sólida transportada
- Toda actuación que se realice en la zona de policía de cualquier cauce público, definida por 100 m de anchura medida horizontalmente a partir del cauce, deberá contar con la preceptiva autorización de este Organismo según establece la vigente legislación de aguas, y en particular las actividades mencionadas en el Art. 9 del Reglamento del Dominio Público Hidráulico aprobado por Real Decreto 849/1986, de 11 de abril y modificado por Real Decreto 606/2003 de 23 de mayo.
- En la zona de servidumbre de cinco metros de anchura para uso público, con carácter general, no se podrá realizar ningún tipo de construcción salvo que resulte conveniente o necesaria para el uso del dominio público hidráulico o para su conservación o restauración.
- Se comprobará la afección que producirían las actuaciones a la zona de flujo preferente, entendida como la envolvente de la vía de intenso desagüe y la zona de inundación peligrosa, tal y como se definen en el artículo 9, párrafo segundo, del Reglamento del Dominio Público Hidráulico. En estas zonas o vías de flujo preferente sólo podrán ser autorizadas por el organismo de cuenca aquellas actividades no vulnerables frente a las avenidas y que no supongan una reducción significativa de la capacidad de desagüe de dicha vía.

Es todo cuanto esta CONFEDERACIÓN HIDROGRÁFICA DEL TAJO tiene que informar respecto al asunto mencionado.

EL COMISARIO DE AGUAS,

Fdo.: Ignacio Ballarín Iribarren

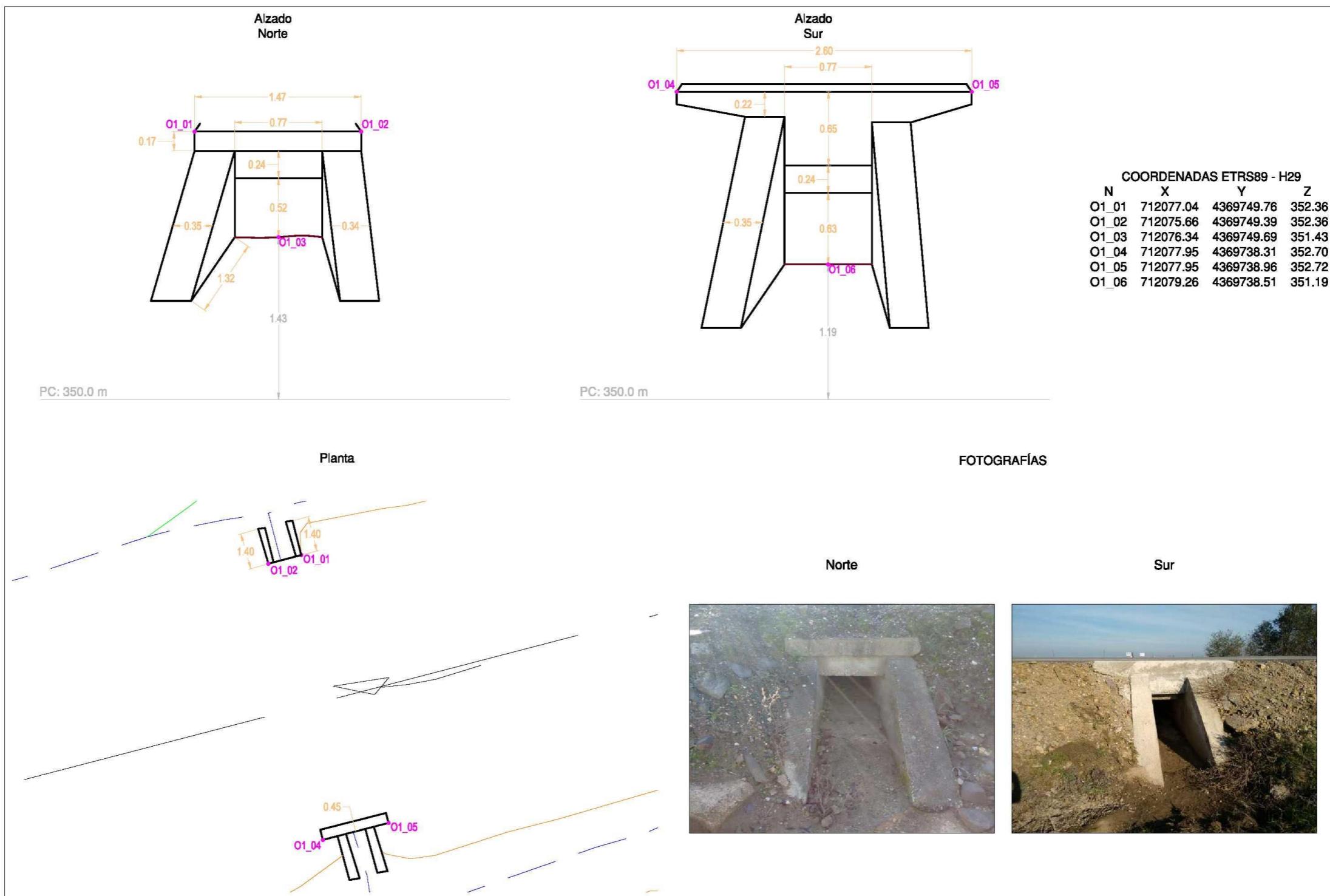


APÉNDICE 3

INVENTARIO DE OBRAS DE DRENAJE EXISTENTES Y PLANTAS

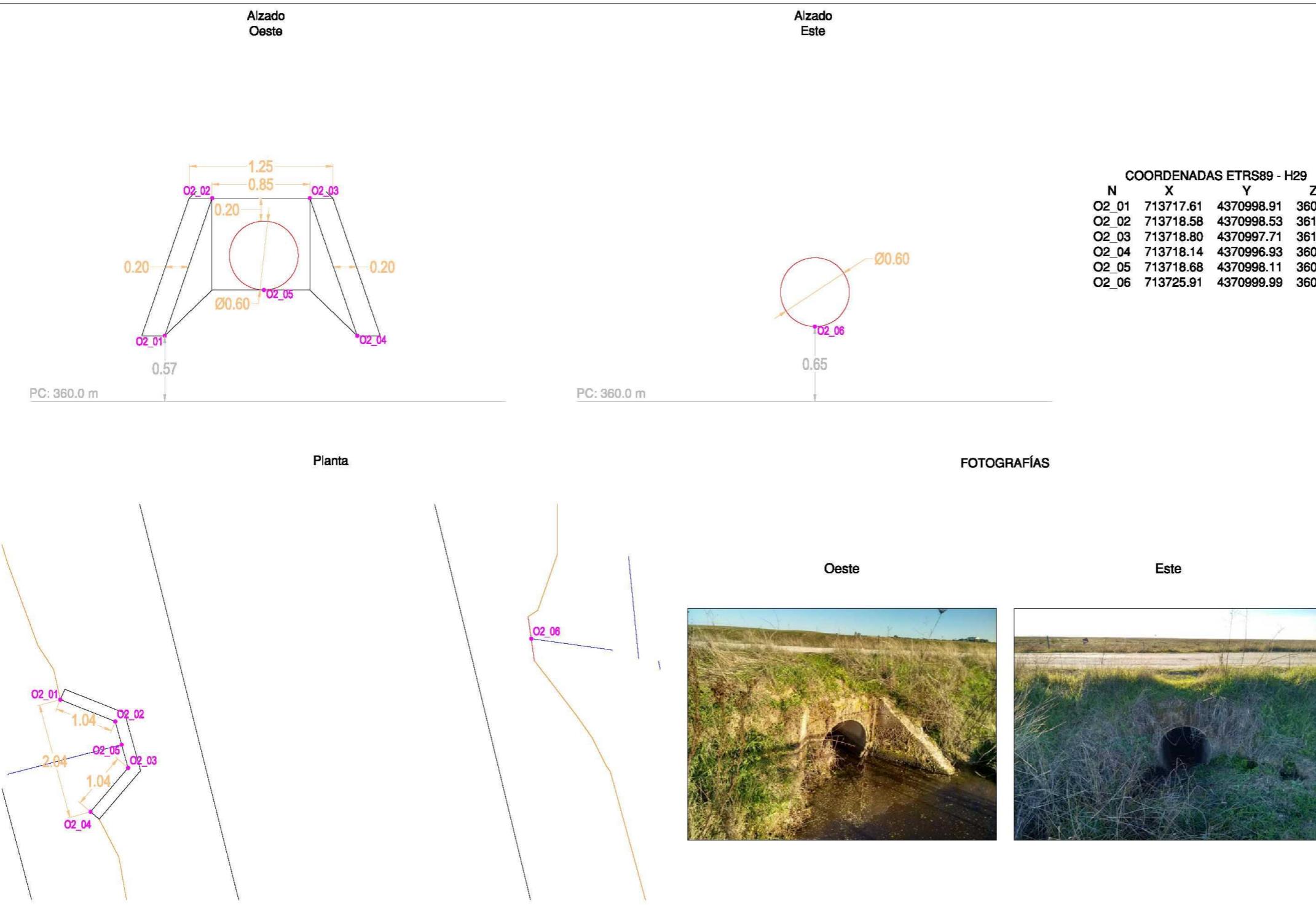
VARIANTE DE MALPARTIDA DE CÁCERES

ODT en el PK 61+890 de la N-521



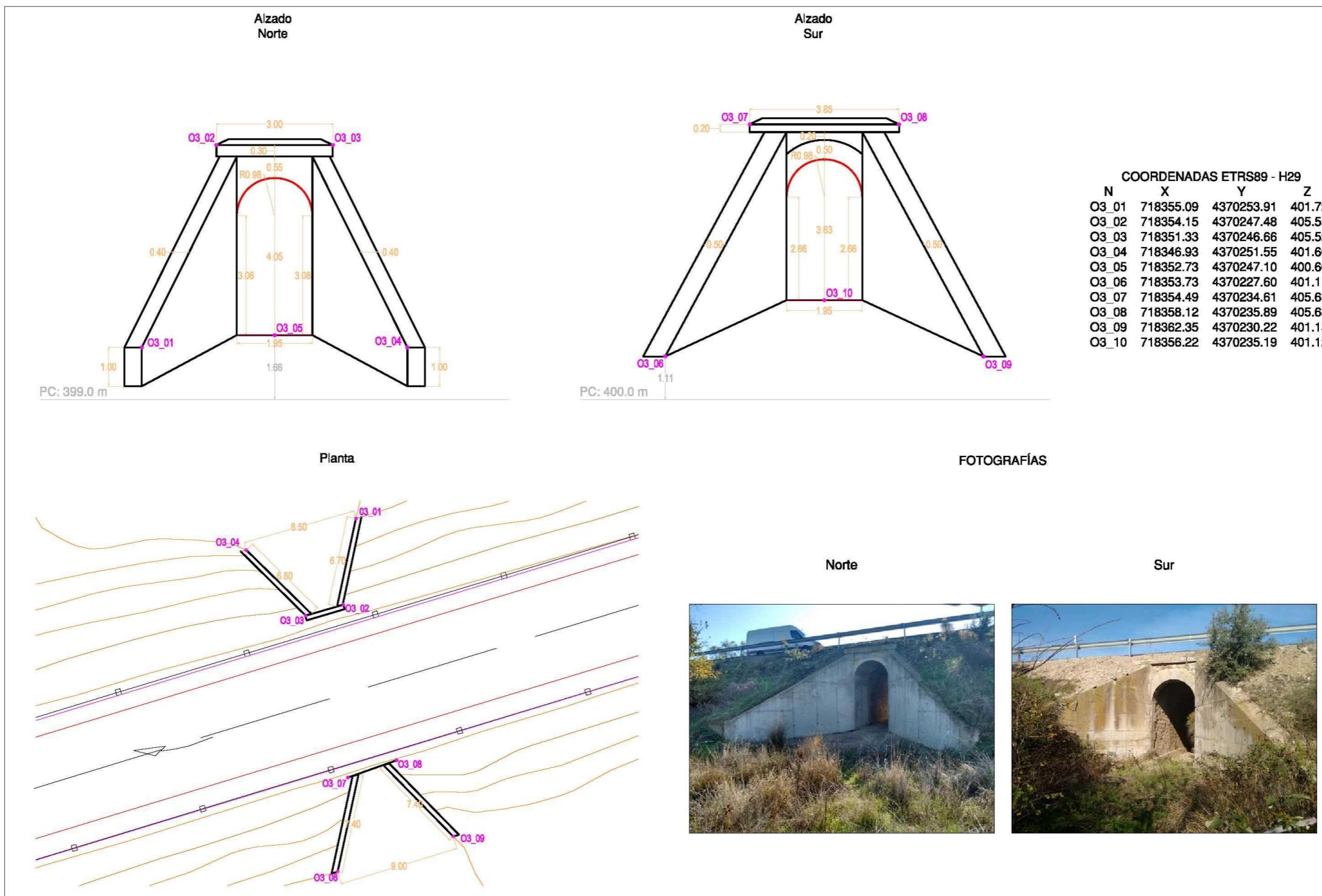
VARIANTE DE MALPARTIDA DE CÁCERES

ODT en camino a la altura el PK 8+340 del futuro trazado



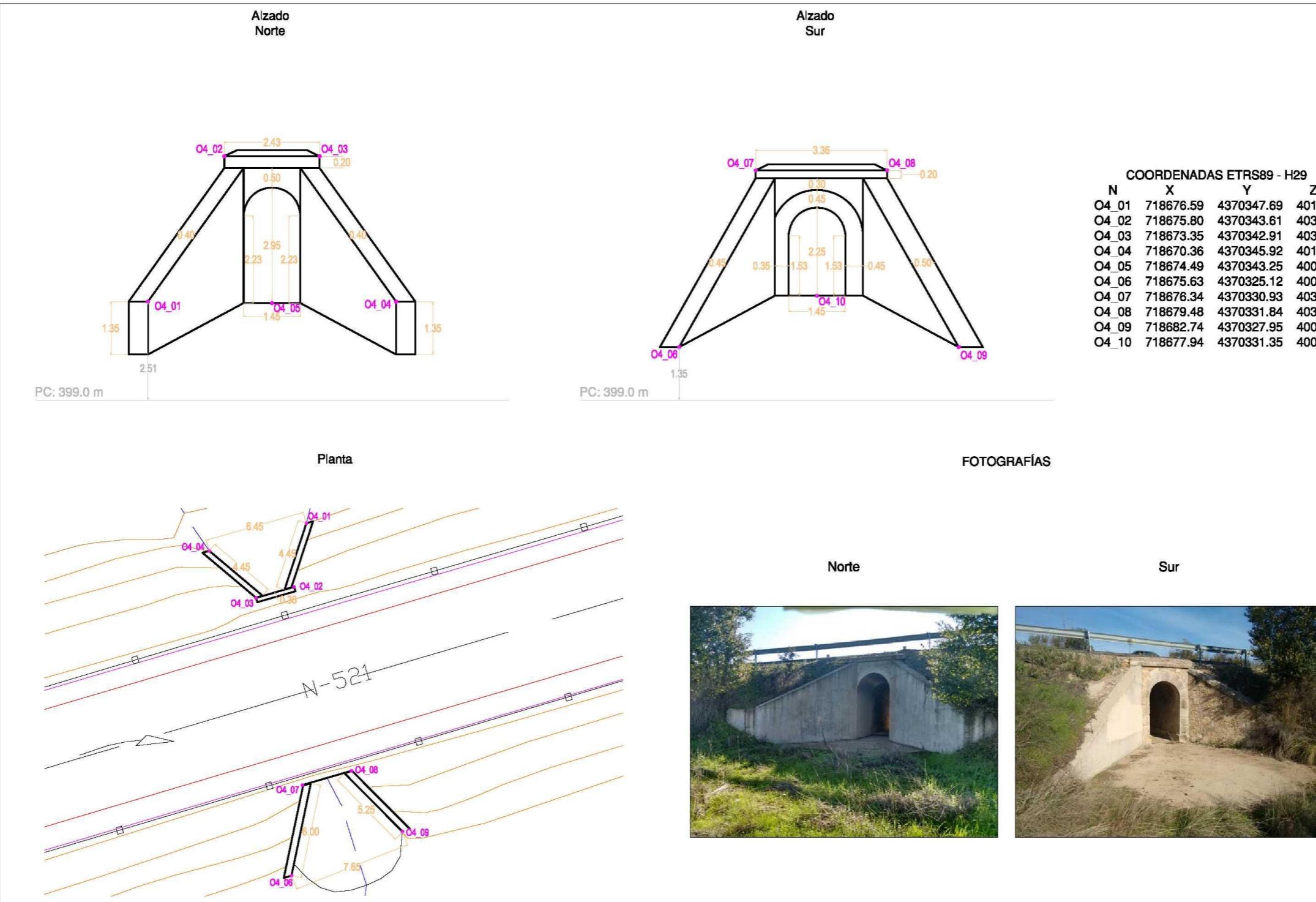
VARIANTE DE MALPARTIDA DE CÁCERES

ODT en el PK 55+290 de la N-521



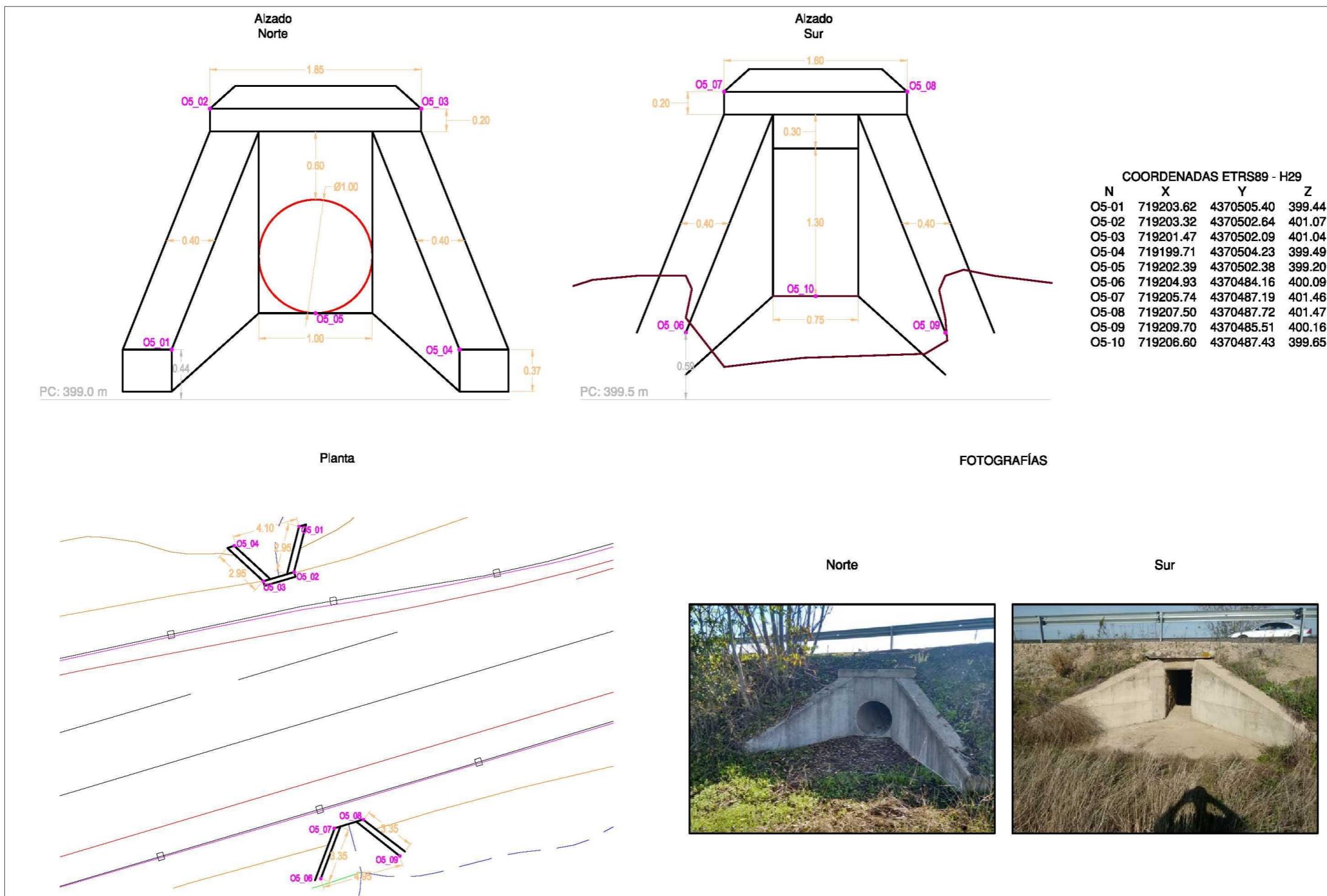
VARIANTE DE MALPARTIDA DE CÁCERES

ODT en el PK 54+960 de la N-521



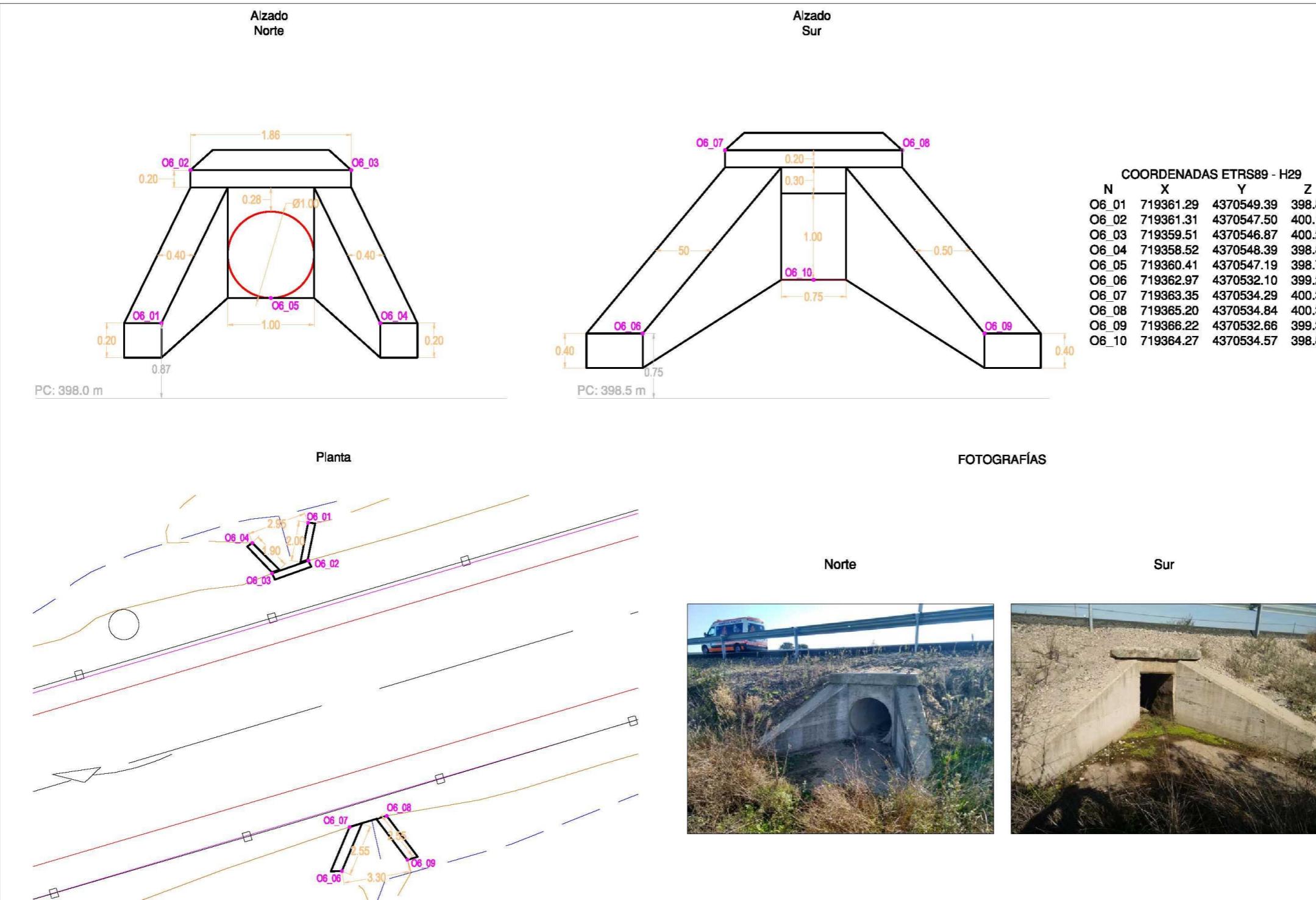
VARIANTE DE MALPARTIDA DE CÁCERES

ODT en el PK 54+410 de la N-521



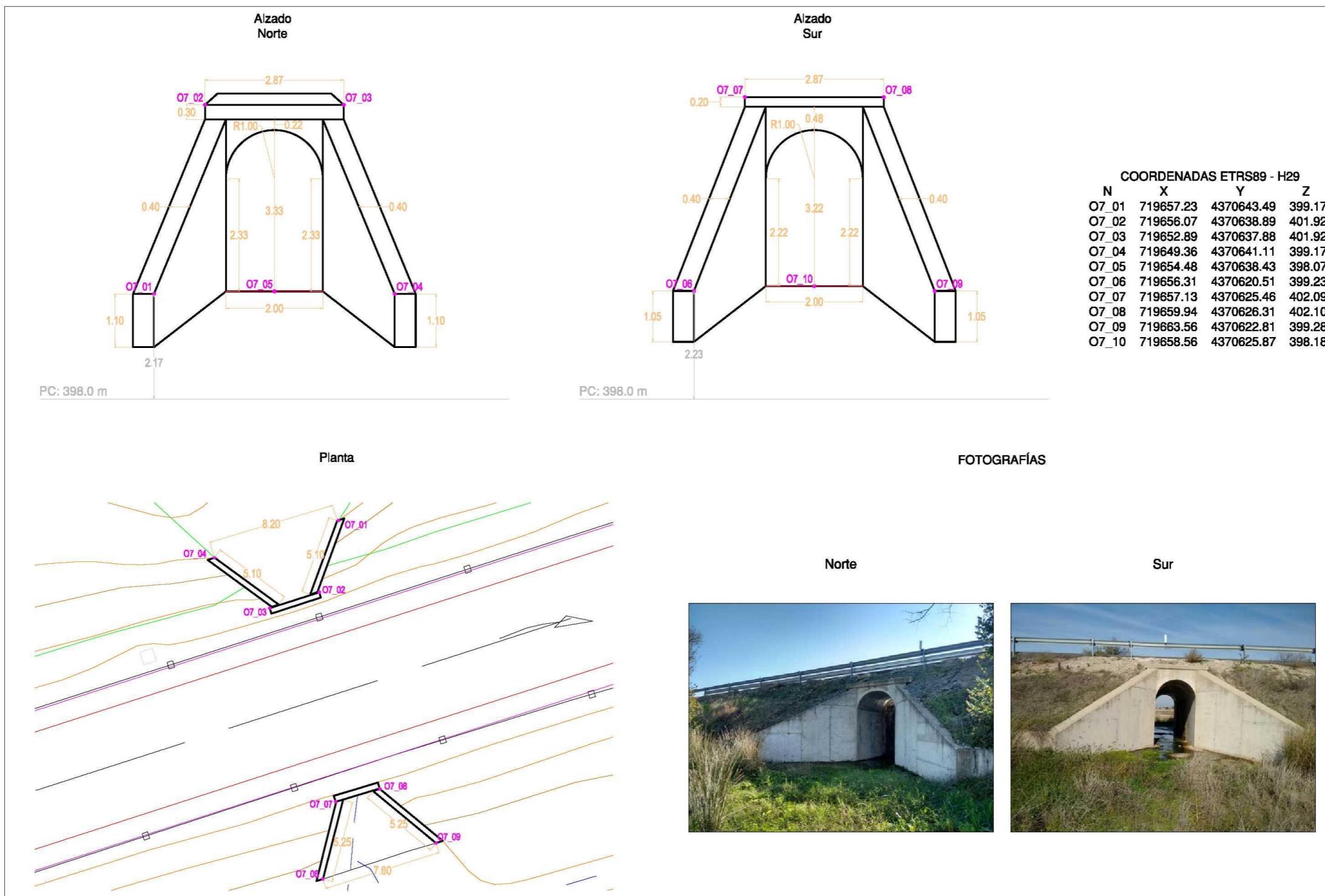
VARIANTE DE MALPARTIDA DE CÁCERES

ODT en el PK 54+250 de la N-521



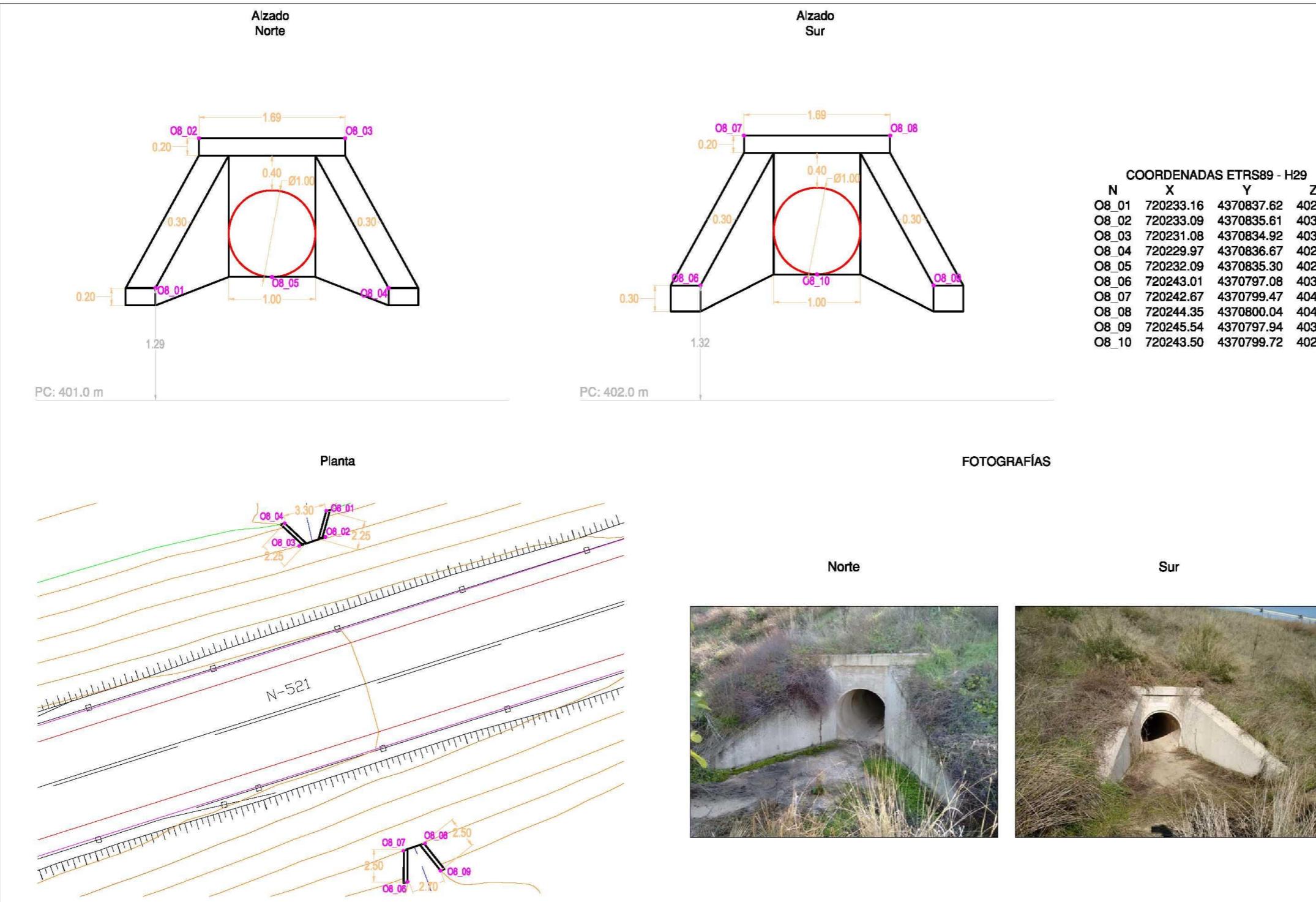
VARIANTE DE MALPARTIDA DE CÁCERES

ODT en el PK 53+940 de la N-521



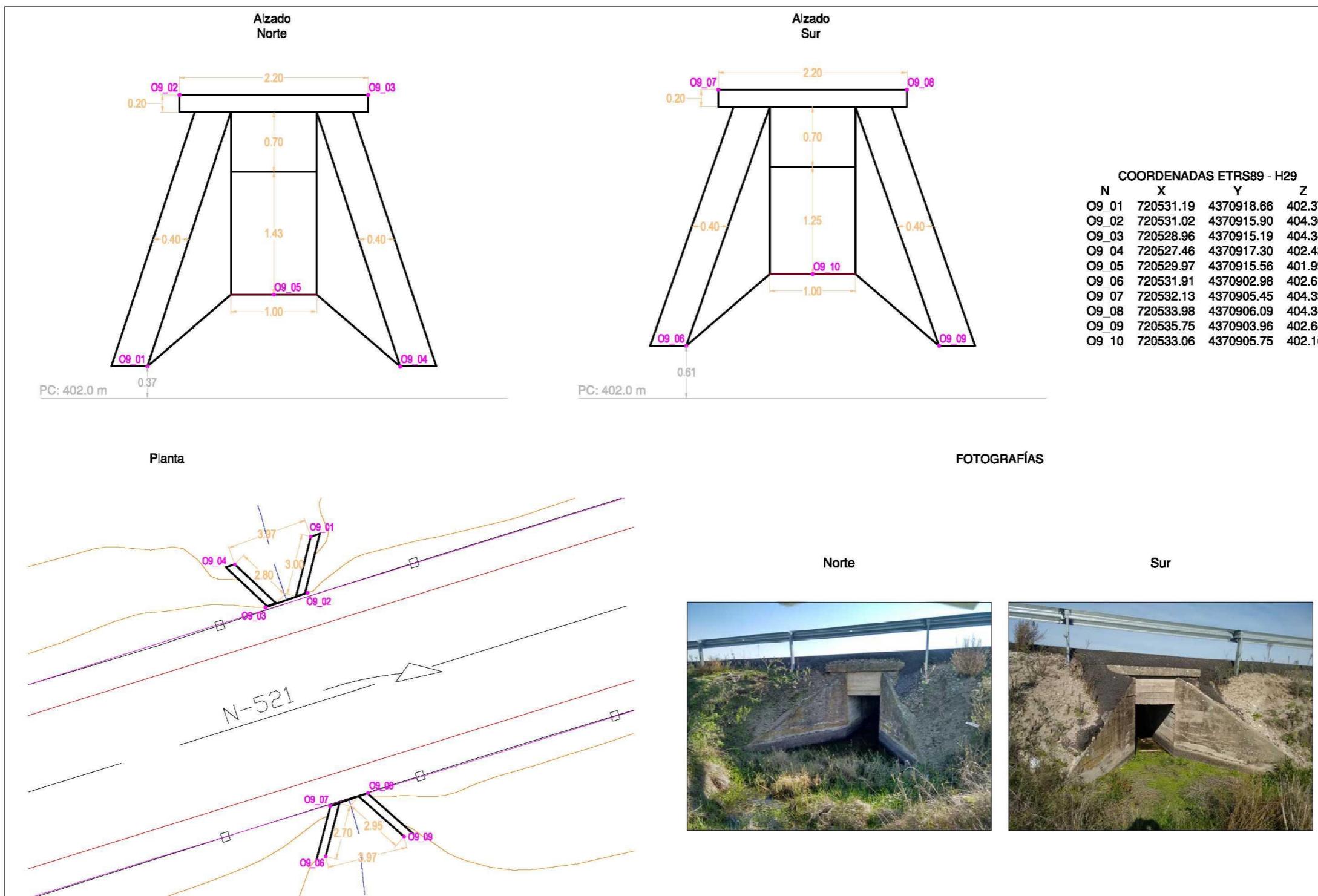
VARIANTE DE MALPARTIDA DE CÁCERES

ODT en el PK 53+340 de la N-521



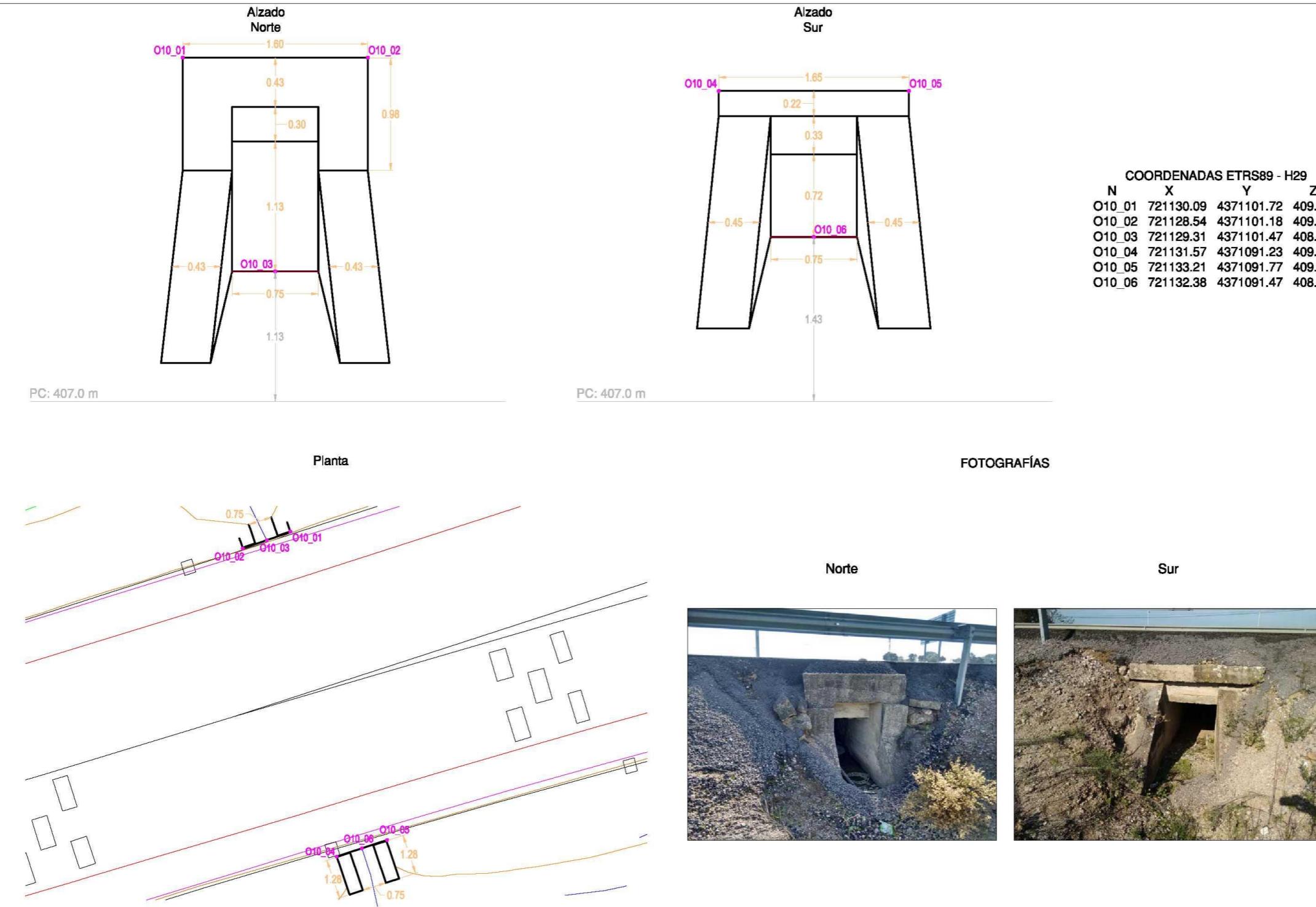
VARIANTE DE MALPARTIDA DE CÁCERES

ODT en el PK 53+030 de la N-521



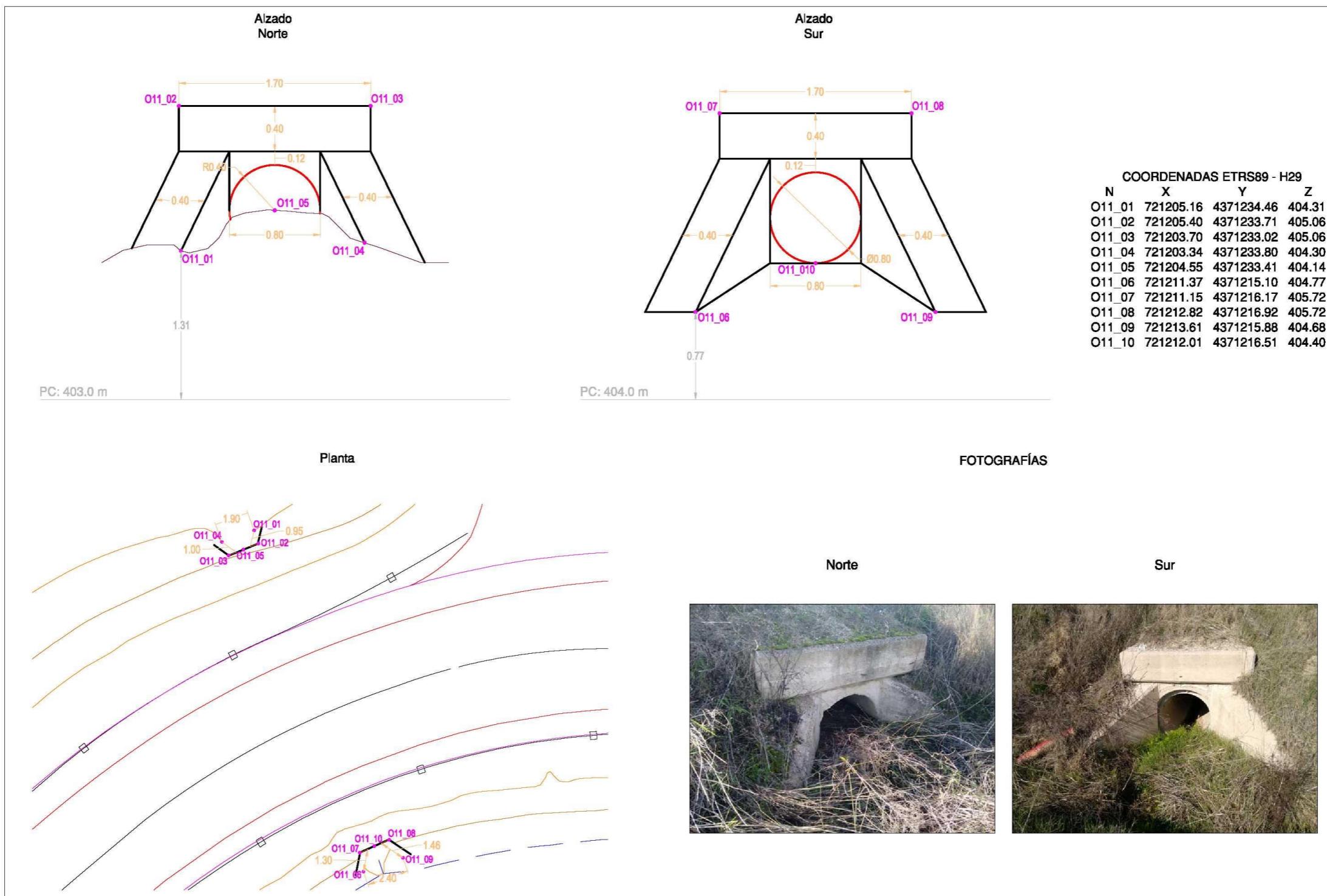
VARIANTE DE MALPARTIDA DE CÁCERES

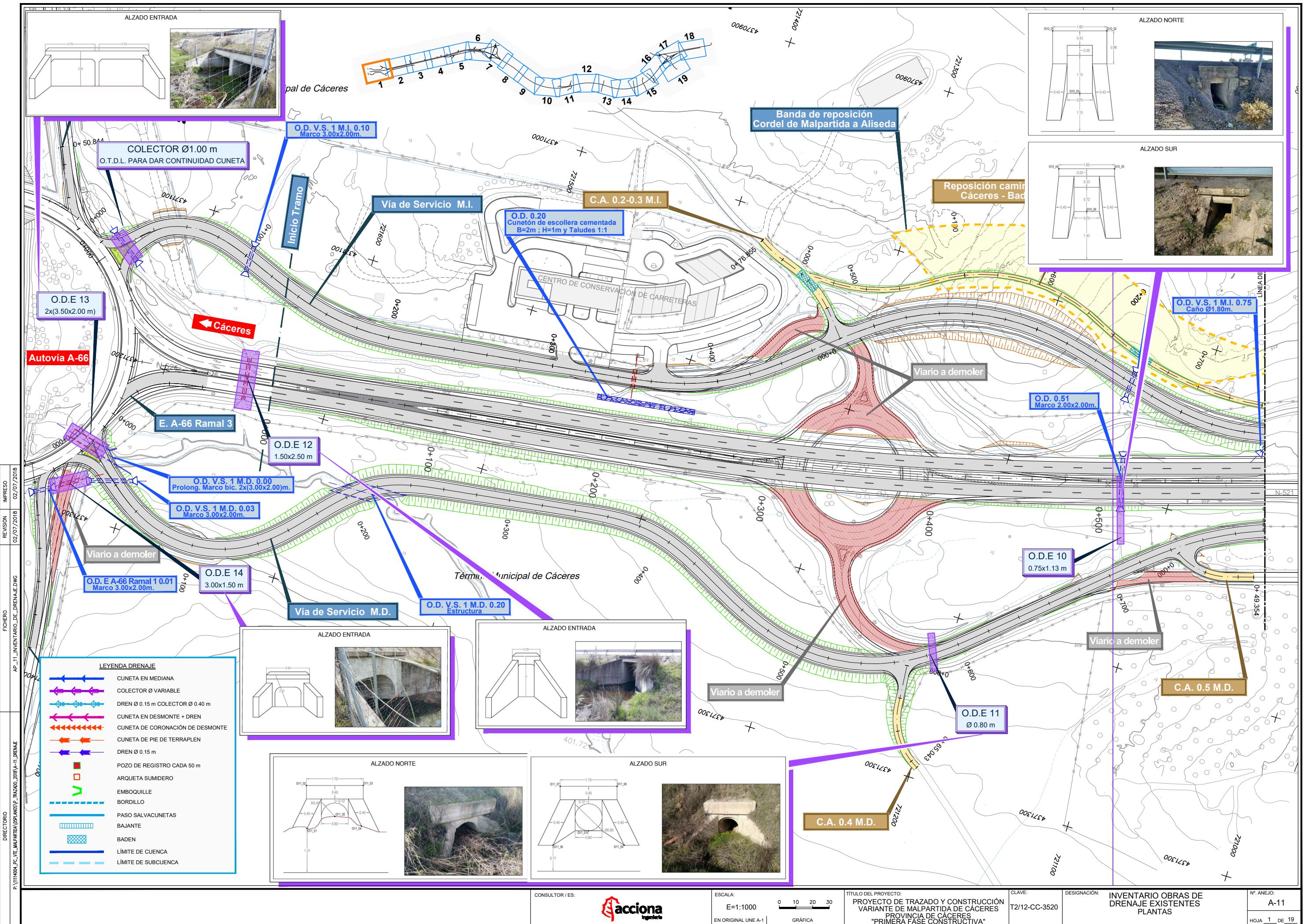
ODT en el PK 52+400 de la N-521

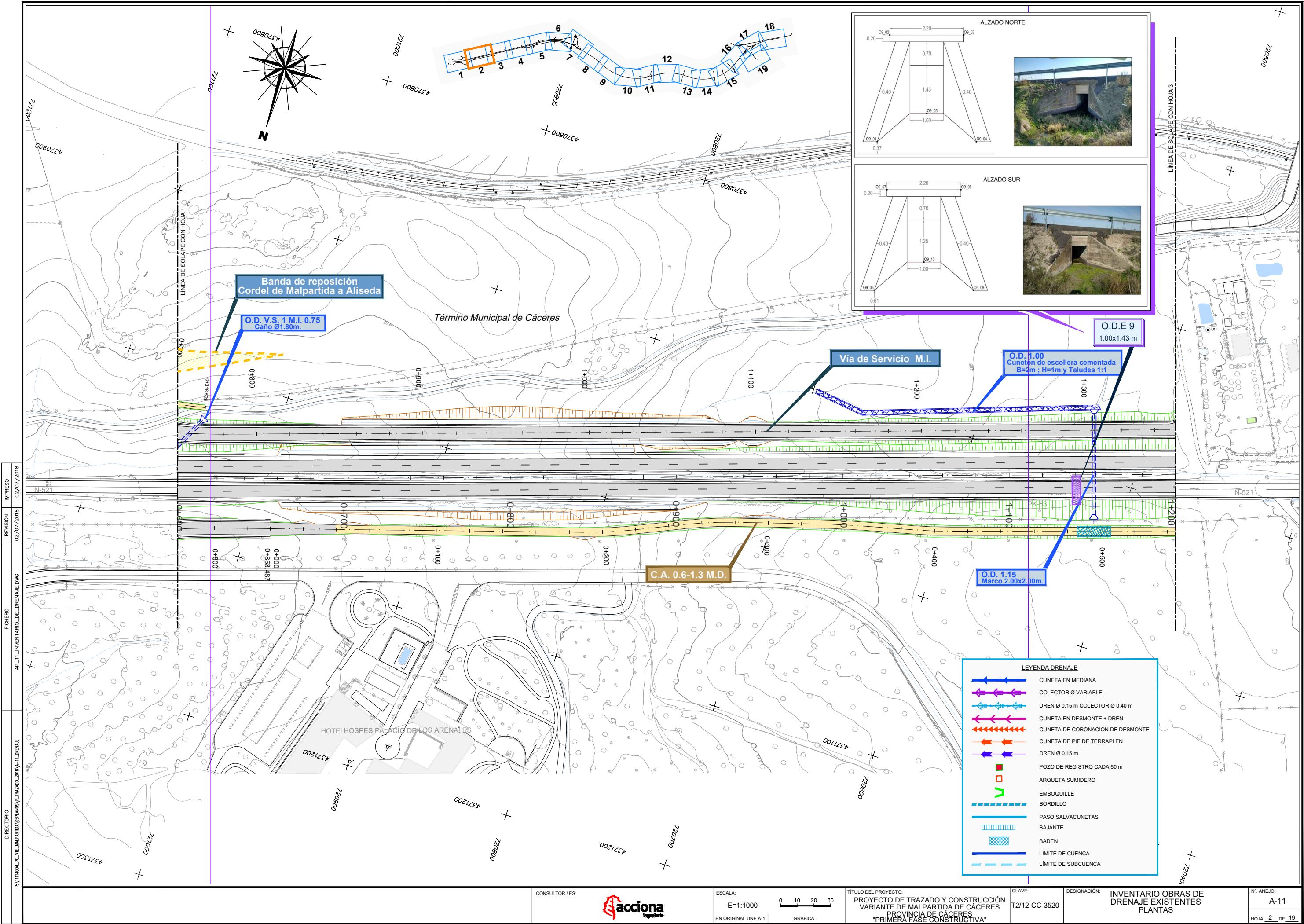


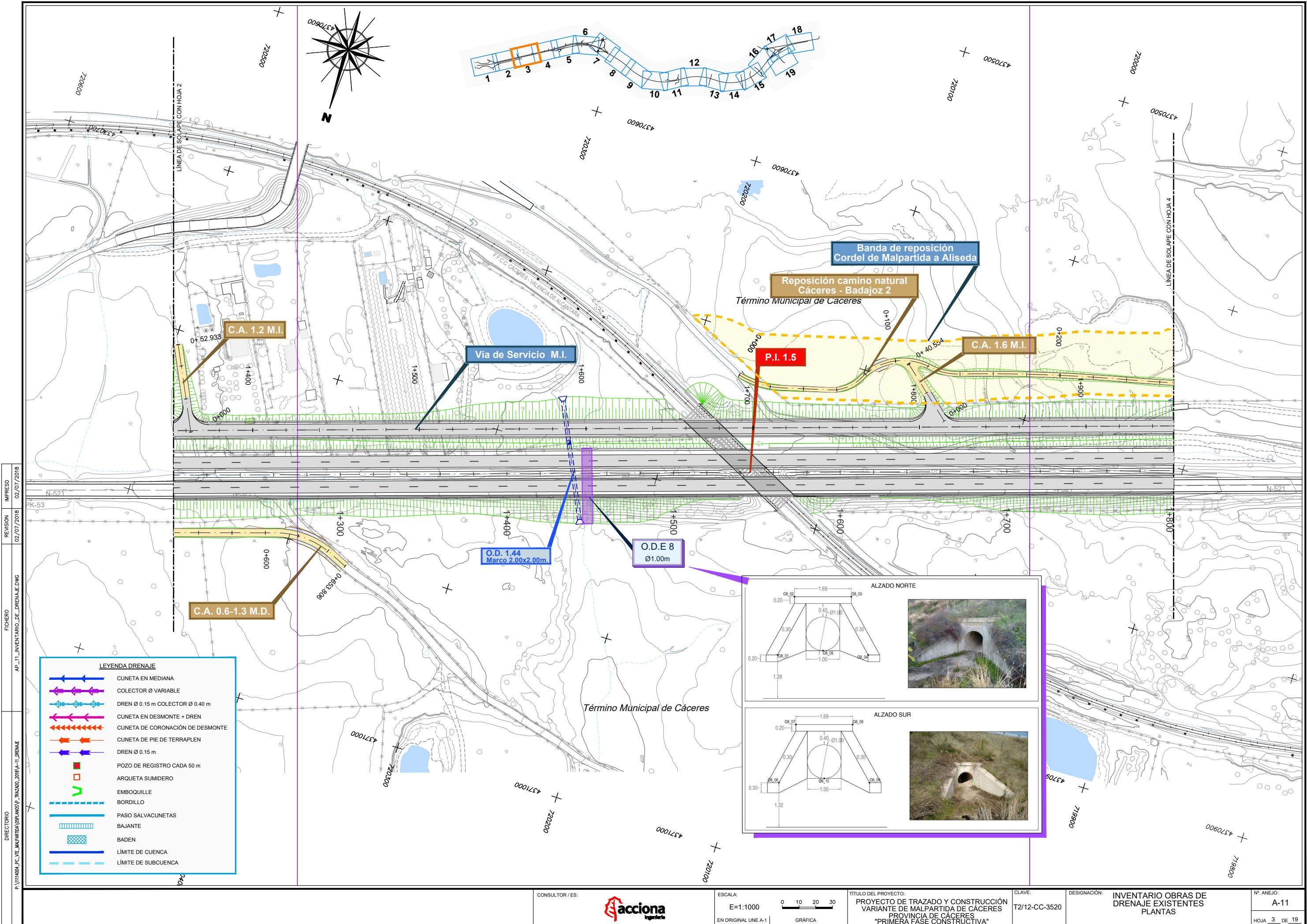
VARIANTE DE MALPARTIDA DE CÁCERES

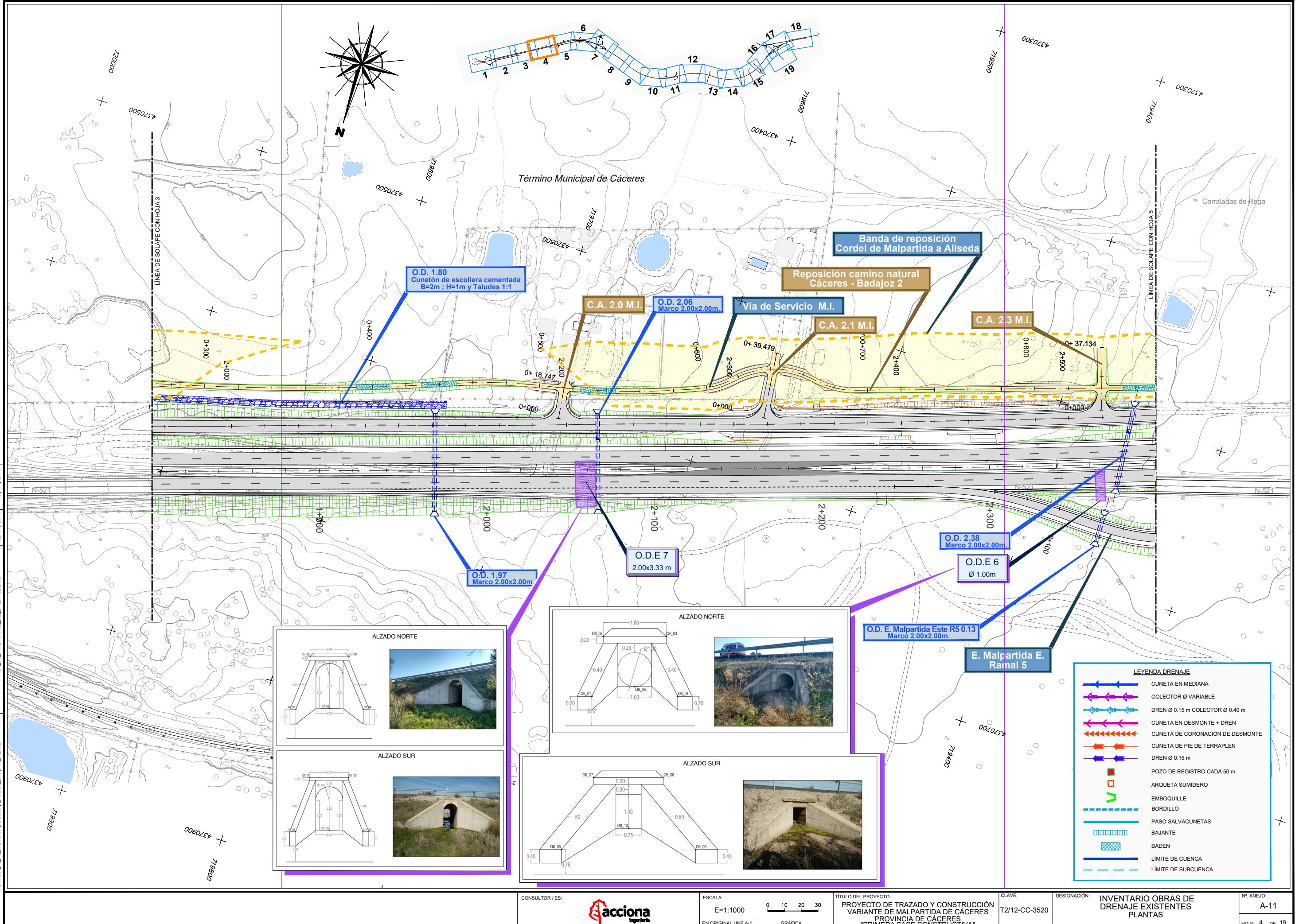
ODT en camino agrícola a la altura del PK 52+300 de la N-521

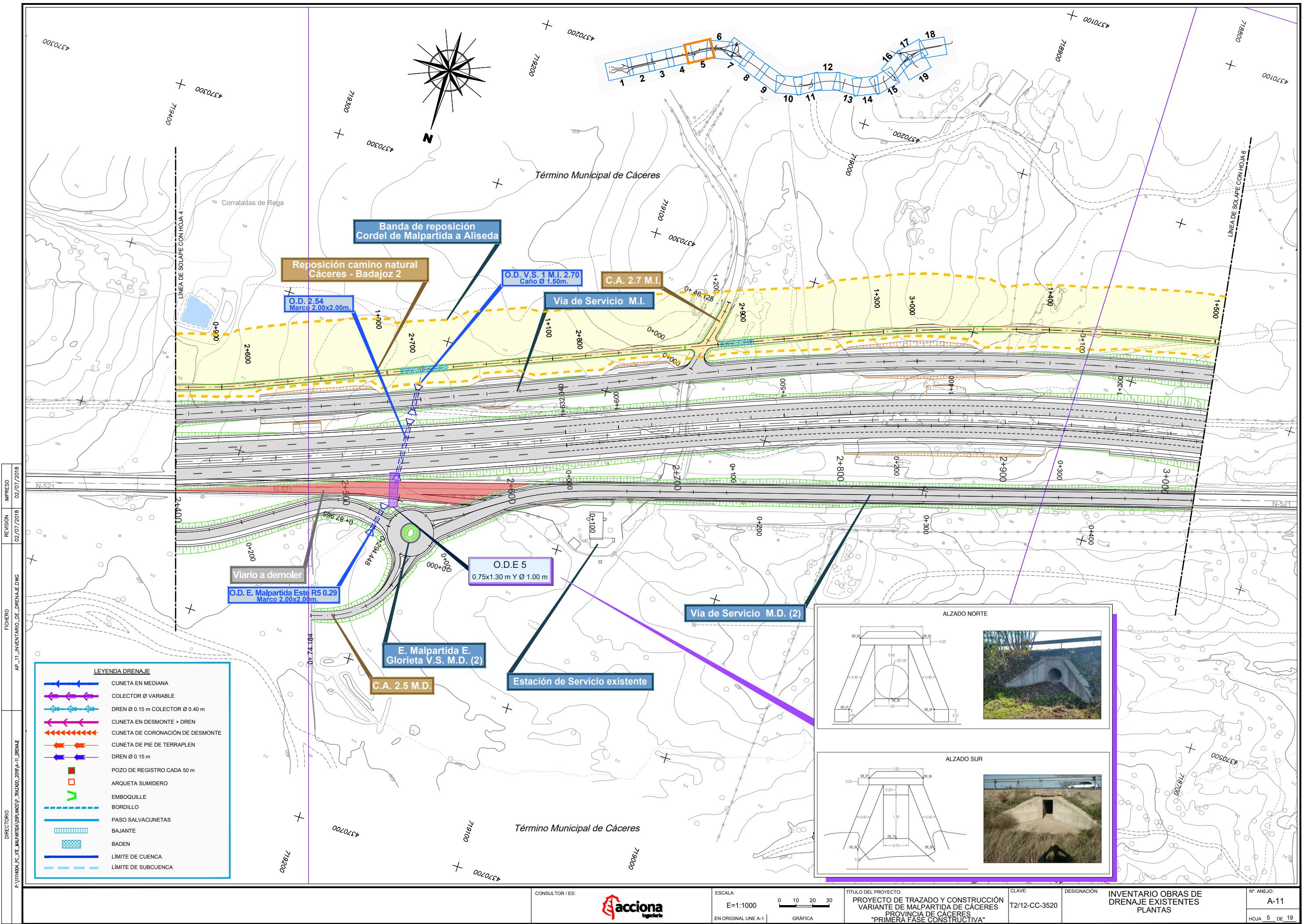


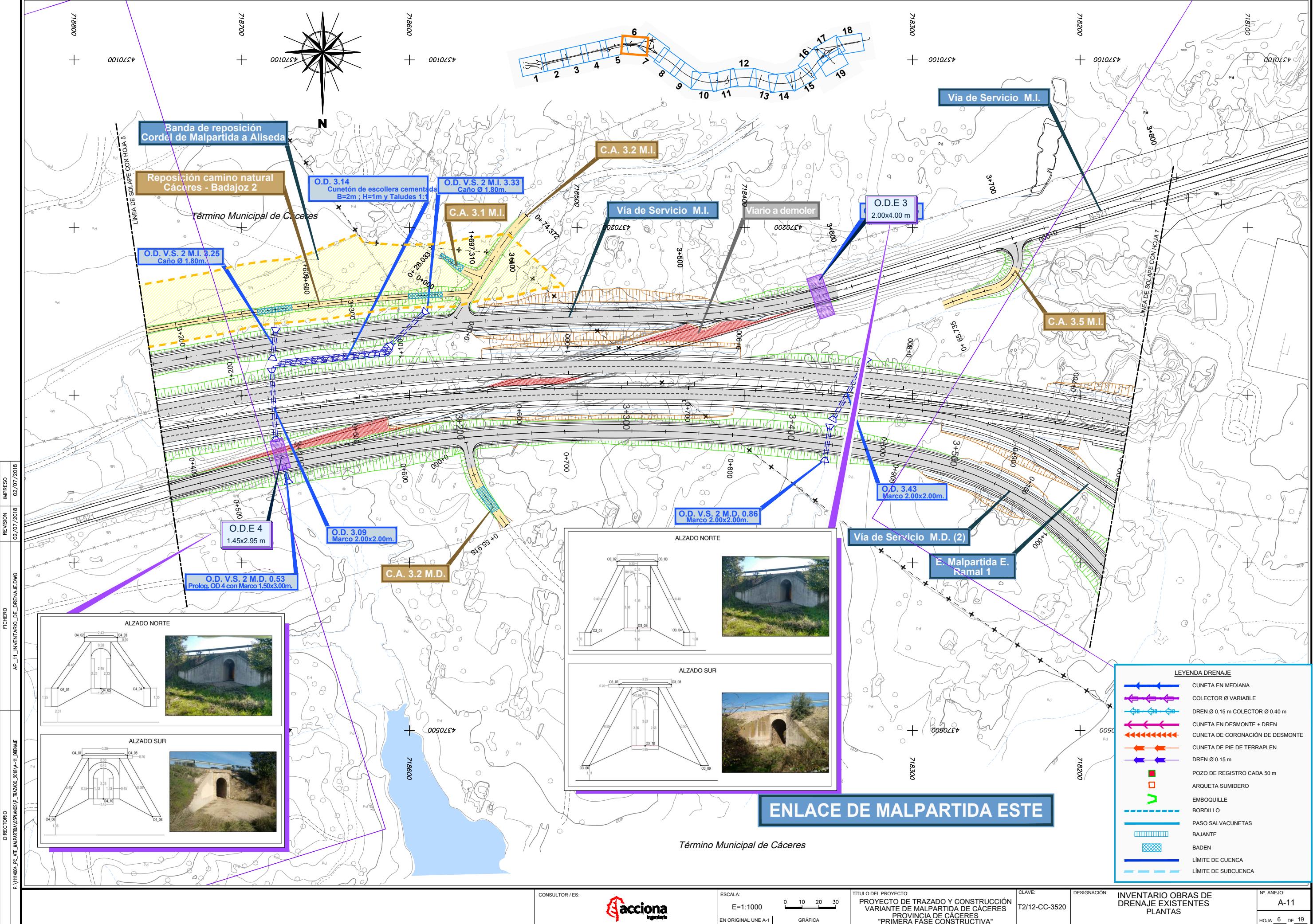


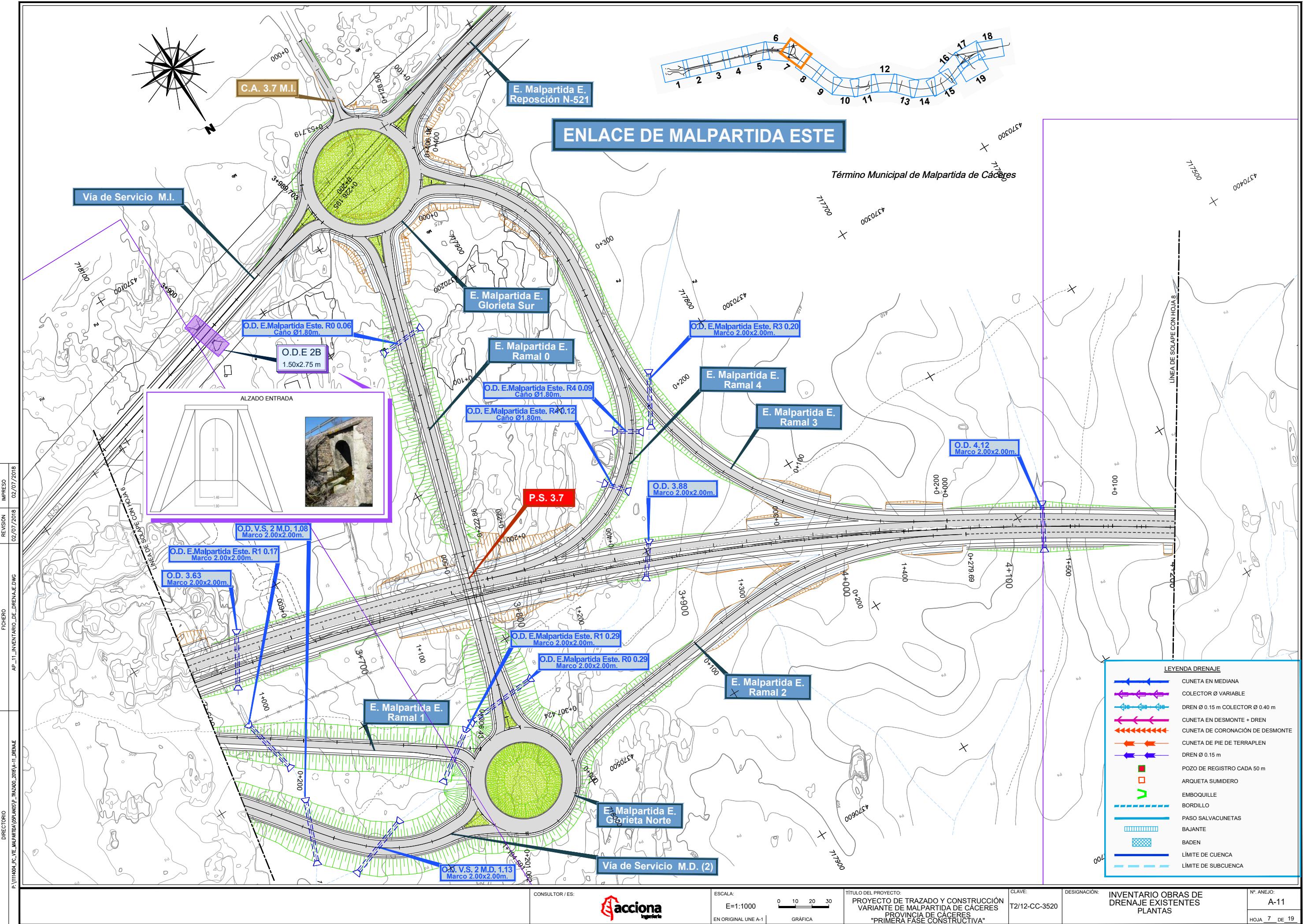


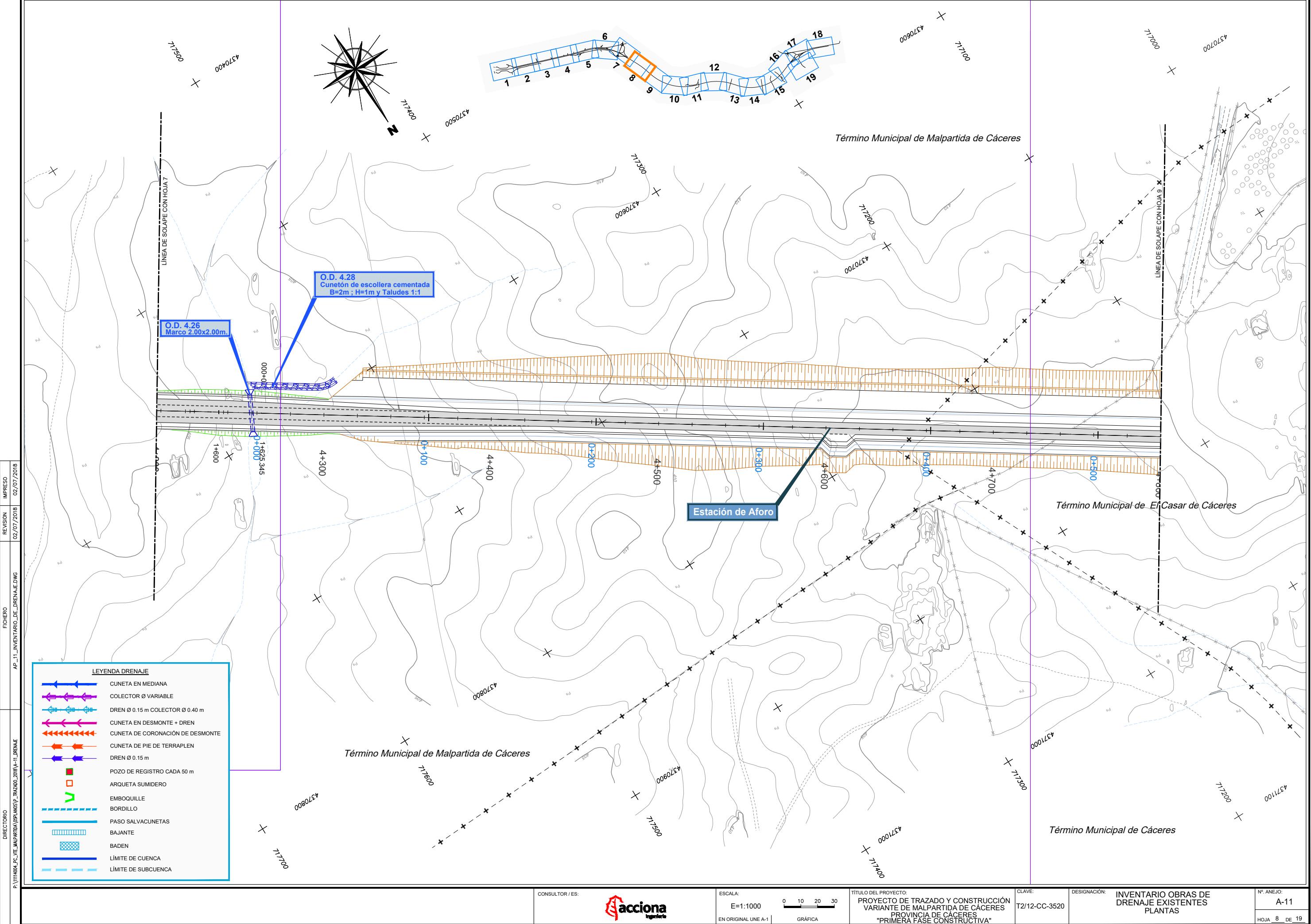


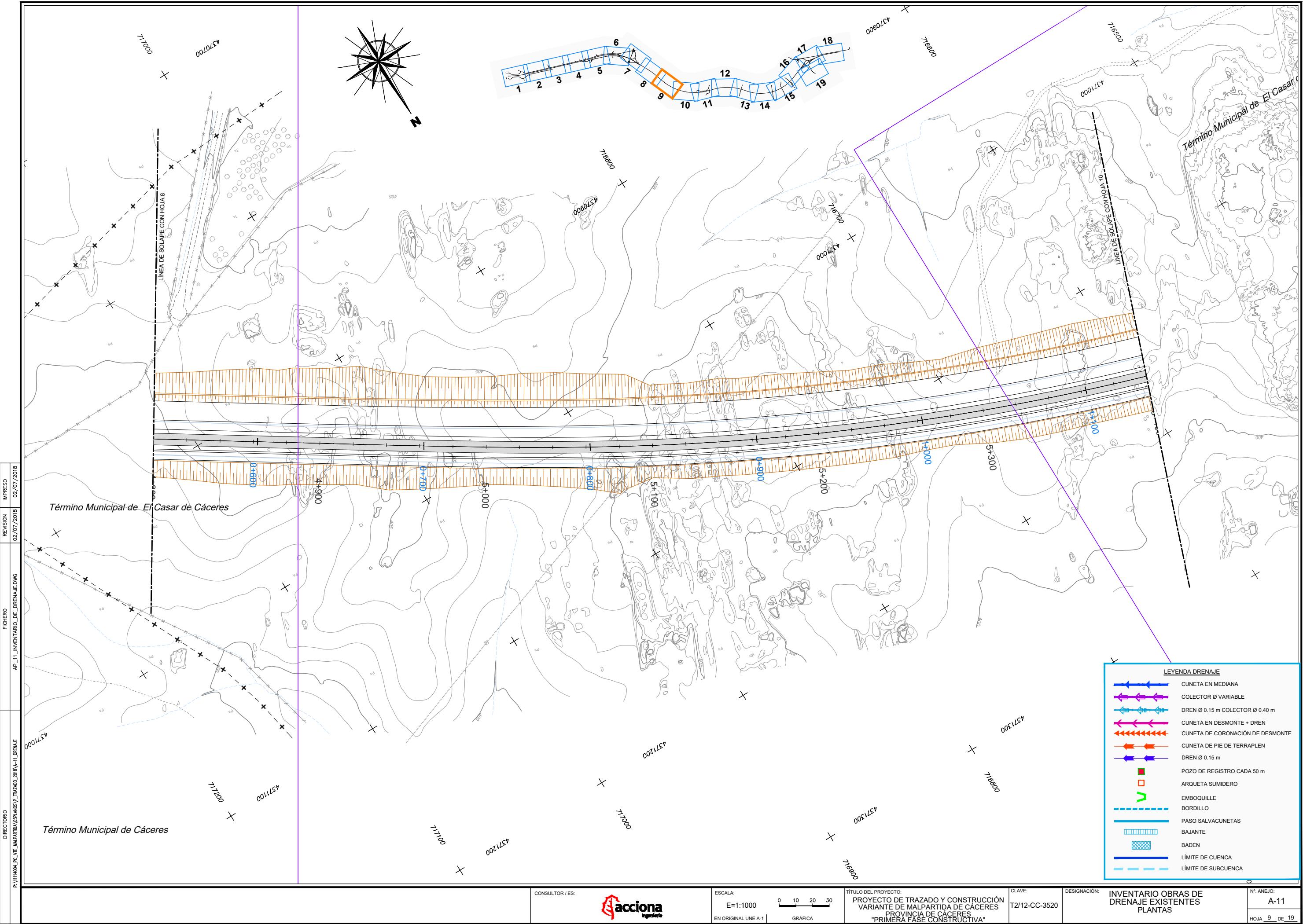


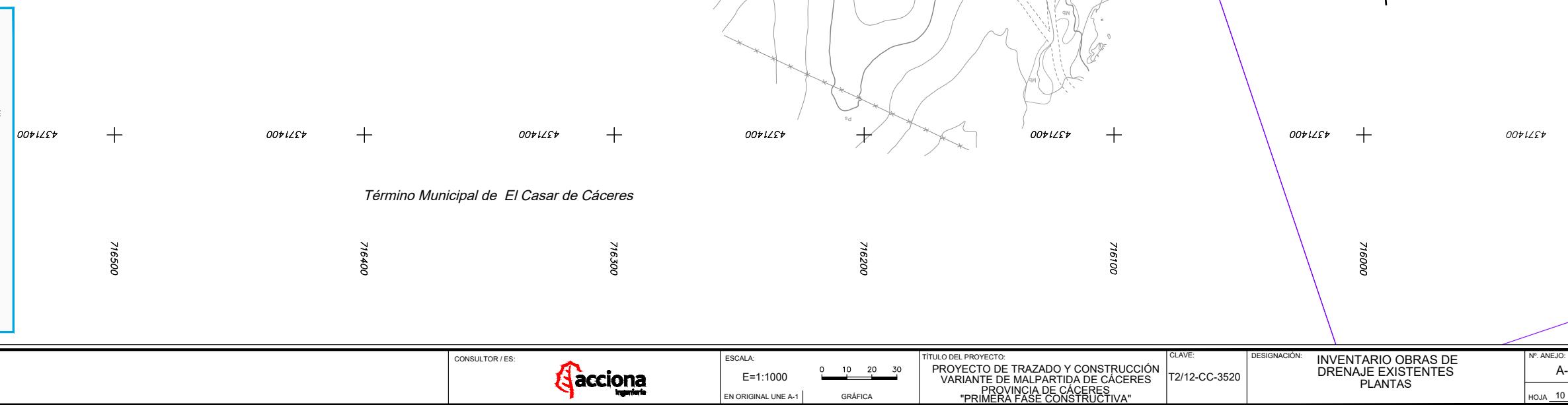
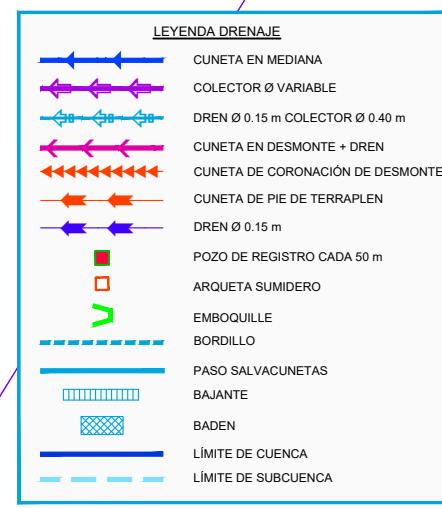


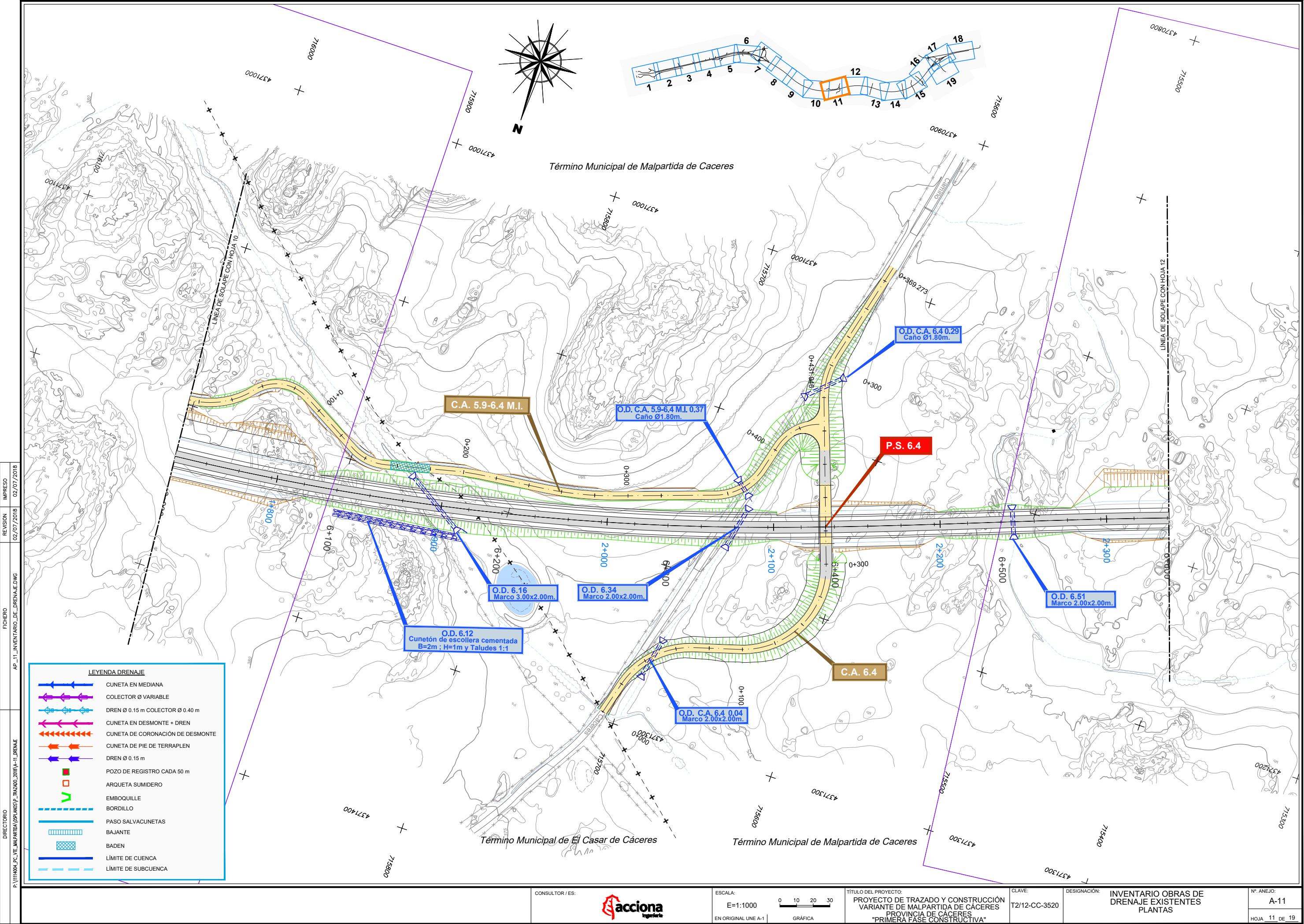


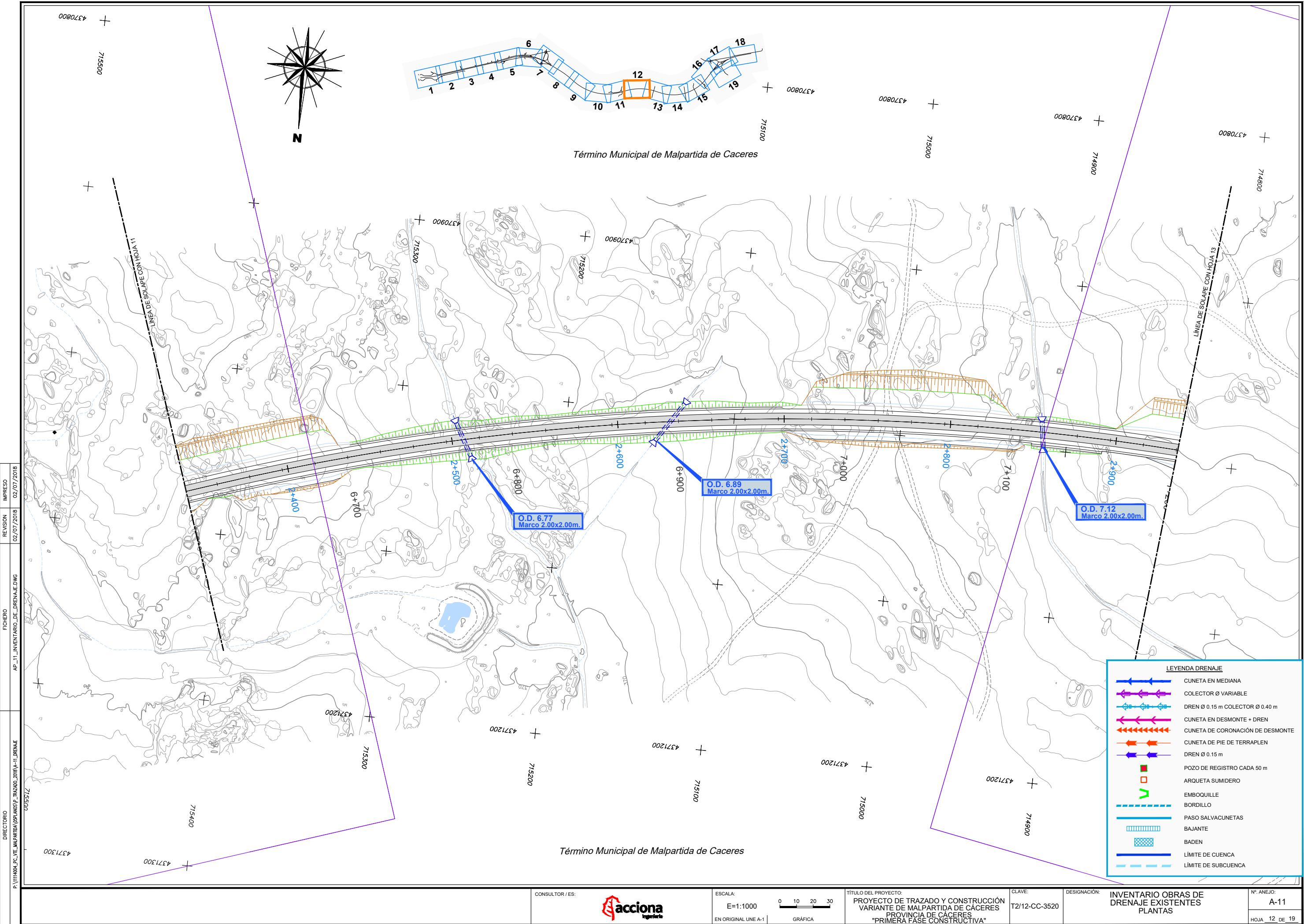


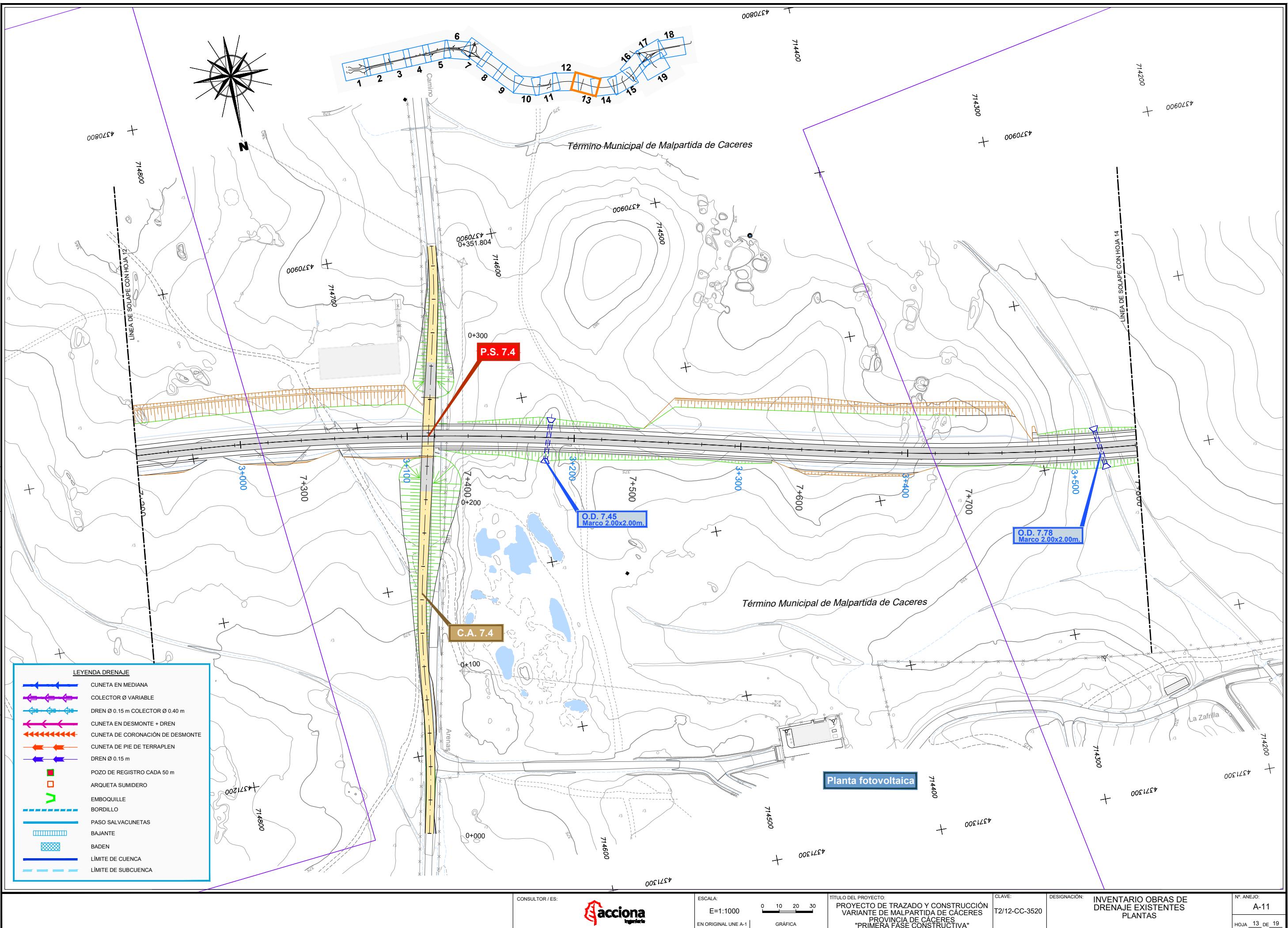


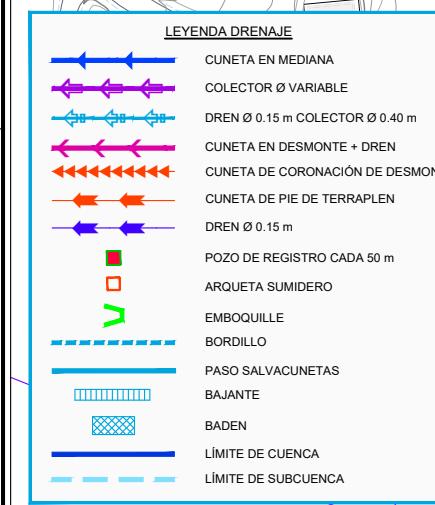












Planta fotovoltaica

