

ANEJO N°4

Hidrología y drenaje

Índice

1	Introducción	1
2	Antecedentes	2
3	Hidrología	3
3.1	Caudales	3
3.1.1	Determinación de los caudales máximos calculados (Q_T)	3
3.1.2	Cálculo de $I(T, t_c)$.	3
3.1.3	Coeficiente de escorrentía	3
4	Drenaje longitudinal	4
4.1	Diseño general de la red de drenaje longitudinal	4
4.2	Criterios de dimensionamiento	4
4.2.1	Cálculo de las cunetas y colectores	4
4.3	Resultados	5
4.3.1	Comentarios a los resultados obtenidos	5
4.4	Colectores	11
5	Obras de Drenaje Transversal	12
5.1	Medidas ambientales en el sistema de drenaje	12
5.2	Cuadro resumen	12

APÉNDICE Nº4.1: Cálculos Hidráulicos

1 Introducción

El objeto del presente Anejo es el diseño de la Red de Drenaje, lo que incluye el dimensionamiento de las obras de drenaje y la justificación de los sistemas de evacuación de las aguas en las obras proyectadas.

A continuación se describen las principales características de la red de drenaje proyectada y se adjuntan los cálculos justificativos de dicha red de drenaje en el **Apéndice 4.1**.

En el apartado 7 del capítulo de Planos se incluye la descripción del drenaje proyectado en la zona de actuación.

2 Antecedentes

El eje ciclista proyectado discurre paralelo a la AP-8 en casi todo trayecto, el recorrido cambia entre ambos lados de la autopista encontrándose el tramo central entre la AP-8 y el Borrao Erreka. Es por esto que se intercepta en el paso natural del drenaje de esta infraestructura, lo que implica la necesidad de dar continuidad a los drenajes transversales bajo la bicipista. Aguas arriba también se ha tenido en cuenta el diseño del drenaje de la autopista, para no modificar los flujos de agua que llegan a este, puesto que es la única manera de desaguar el drenaje cuando se discurre aguas arriba de la AP-8.

La existencia y posición de las ODTs de la autopista, y como garantizar su correcto desagüe con las obras propuestas, han sido algunos de los condicionantes que se ha tenido en cuenta tanto a la hora de encajar el trazado, además de influir en el diseño del drenaje, haciendo este lo más adecuado a su entorno. Para ello se ha contado con la información de la agenda de estado de la N-634 en el tramo cercano al proyecto y con el proyecto de liquidación de la ampliación de la autopista, fechado en 2007.

Proyecto de Trazado de la Bicipista del
Ibaizabal. Tramo: Erletebe — Borrao

Anejo nº4: Hidrología y Drenaje

3 Hidrología

3.1 Caudales

Para la determinación de los caudales de cálculo es necesario establecer diferentes parámetros, como el coeficiente de escorrentía, tiempo de concentración, la intensidad de lluvia o los periodos de retorno a considerar.

3.1.1 Determinación de los caudales máximos calculados (Q_T)

Al tratarse de Cuencas de extensión menor a 1 Km², no existen en los Organismos de Cuenca correspondientes datos de estos caudales. Se procede por ello, y siguiendo las prescripciones de la Instrucción 5.2-IC, a la estimación de estos caudales mediante el método hidrometeorológico basado en la fórmula racional.

La expresión de la fórmula racional a aplicar es la siguiente:

$$Q_T = \frac{I(T, t_c) \cdot C \cdot A \cdot K_t}{3.6}$$

Siendo:

- $I(T, t_c)$: Intensidad de lluvia en mm/h.(correspondiente a un tiempo de concentración t_c y un periodo T)
- A : superficie de la Cuenca en km²
- C : Coeficiente de escorrentía (adimensional)
- K_t : Coeficiente de uniformidad en la distribución temporal
- Q_T : Caudal en m³/seg.

Estos factores son calculados según la norma 5.2 IC.

3.1.2 Cálculo de $I(T, t_c)$.

La intensidad de precipitación $I(T, t)$ correspondiente a un período de retorno T , y a una duración del aguacero $t = t_c$, a emplear en la estimación de caudales por el método racional, para ello se multiplica la intensidad media diaria corregida para el periodo de retorno T , por un factor de corrección de la intensidad F_{int} .

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

Los periodos de retorno recomendados en la norma para carreteras son:

- Plataforma y márgenes 25 años.
- Plataforma y márgenes por bombeo 50 años.
- Drenaje transversal ≥ 100 años.

Como en este caso, estamos ante una bicipista, se ha considerado suficiente, en consenso con la dirección de proyecto, utilizar los siguientes periodos de retorno:

- 25 años sumideros, colectores, caños y obras con sección de desagüe inferior a 0.75 m².
- 100 años para caños, alcantarillas, bajantes escalonadas, tajeas, pontones y obras con sección de desagüe entre 0.75 m² y 5 m².
- 500 años para el drenaje de la AP-8.

3.1.3 Coeficiente de escorrentía

La norma 5.2 – IC establece el coeficiente de escorrentía C en función de la precipitación diaria correspondiente, el área de la cuenca y el umbral de escorrentía, siendo este último a su vez, dependiente del uso del suelo por el que discurre el agua, estando este uso catalogado por el proyecto europeo Corine Land Cover 2000.

4 Drenaje longitudinal

El drenaje longitudinal consiste en la disposición de los elementos necesarios para:

- Recoger el agua en la plataforma y taludes de desmonte y conducirla hasta el punto de drenaje.
- Encauzar la escorrentía de las áreas adyacentes que inciden en el trazado.

Para el cálculo de los caudales de diseño, se ha utilizado la metodología descrita en los apartados anteriores, en los que se estudian los aspectos hidrológicos.

Todas las cuencas drenadas mediante los elementos de drenaje longitudinal, plataforma y taludes, se consideran cuencas de pequeña superficie.

Además, existen ciertos condicionantes tenidos en cuenta en el diseño de la red de drenaje longitudinal del tramo estudiado:

- Dimensiones establecidas en las secciones tipo (Ver Planos. Secciones Tipo), que limitan las dimensiones de las bermas y cunetas de plataforma de la bicipista.
- Seguridad de los ciclistas, evitar que el drenaje instalado suponga un peligro para los usuarios de la infraestructura.

El drenaje longitudinal se resuelve mediante los siguientes elementos:

- Cunetas de plataforma, que recogen la escorrentía del talud superior y la plataforma de la bicipista.
- No se proponen colectores para el drenaje longitudinal general, aunque si se ha proyectado un sistema de dos colectores y una ODT para optimizar el drenaje tras el muro del PK 2+500
- Se usarán también colectores transversales, pero se incluyen en la sección de drenaje transversal como ODTs.
- Cuneta triangulares y trapezoidales para zonas de coronación de desmonte.
- Cunetas triangulares para pie de terraplén.
- Las cunetas de plataforma llevarán también bajo ellas un tubo dren.

4.1 Diseño general de la red de drenaje longitudinal

Dado que el caudal recogido por el drenaje longitudinal y las características de cada sección se asemejan, se dispondrán en todos los casos cunetas de plataforma. Las características geométricas cumplirán las condiciones de calado y velocidad de la corriente establecidas en el capítulo 3 de la Instrucción 5.2-IC “Drenaje superficial”.

A continuación, se describen las características generales del drenaje longitudinal:

- Estas cunetas se han dimensionado teniendo en cuenta una limitación de velocidad de 6 m/s y comprobando que fueran capaces de desaguar el caudal de diseño.

- Se han dimensionado teniendo en cuenta una limitación de calado acorde a las dimensiones de la cuneta.

Según la sección tipo se colocarán diferentes tipos de cunetas:

-Al borde de la calzada se buscará disponer la rigola si es posible, en caso de que el modelo de 50 cm de canal no sea suficiente se dispondrá una cuneta triangular asimétrica de 1 metro ancho y de reducida pendiente transversal, para limitar el peligro de caída a la cuneta.

- En la cabeza del desmonte se dispondrá de cunetas triangulares o trapezoidales según la capacidad necesaria.

- En el pie de terraplén, en caso necesario de canalizar el agua se usarán cunetas triangulares de 1,5 metros.

Además, en caso de afectar a infraestructura viales existentes, como el acceso a Erletxe, se repondrá el drenaje actual, al considerarse suficiente.

4.2 Criterios de dimensionamiento

Como ya se ha comentado, el drenaje longitudinal se resuelve mediante rigolas y cunetas triangulares dispuestos en diferentes posiciones de la sección, dependiendo del trazado en planta y alzado del tramo.

Se ha limitado la velocidad a 6 m/s y se ha determinado la cuneta necesaria para que por capacidad no fuera necesario colocar un tubo colector.

4.2.1 Cálculo de las cunetas y colectores

Para el cálculo de las cunetas se han calculado distintas cuencas (algunas a modo de cuenca tipo, según tipo de superficie, tiempo de concentración...), y de estas se han sacado caudales unitarios (por metro cuadrado) para las cuencas secundarias (cuencas de pequeñas dimensiones y con flujo de escorrentía distribuido en su superficie) que aporten agua a cada cuneta. Con estos datos se han multiplicado este caudal unitario por la superficie de aporte, obteniendo así el aporte de la cuenca a cada cuneta.

Con los aportes se han dimensionado las cunetas para poder desaguar el caudal que le llega de escorrentía del terreno, de la propia plataforma o de otras cunetas. Esto se hace dividiendo la red en tramos de cuneta de similar pendiente y caudal relativamente homogéneo, usando el caudal de la sección más cargada para el cálculo.

Dado que en este caso tanto las rigolas como cunetas a colocar son suficientes para el adecuado encauzamiento del agua y su recogida no será necesaria la disposición de nuevos colectores, más allá de situaciones puntuales detalladas en los planos.

También se han calculado las cuencas principales cuando han sido necesarias para el dimensionamiento de elementos que les den continuidad de manera directa.

Proyecto de Trazado de la Bicipista del
Ibaizabal. Tramo: Erletxe — Boroa

Anejo nº4: Hidrología y Drenaje

4.3 Resultados

Los cálculos de las redes de drenaje se reflejan en la siguiente tabla. Para cada una de las redes dispuestas en la traza, se incluye una tabla con el dimensionamiento de cunetas y otra con los caños y colectores, que son tubos de hormigón de sección circular, la única diferencia es que unos se utilizan bajo la calzada y los otros se utilizan bajo las cunetas. Para su dimensionamiento se ha partido de unos diámetros mínimos que en el caso de los caños es de 300 mm y en los colectores de 400 mm, y las tablas para su dimensionamiento incluyen los siguientes datos:

- Columna 1: identifica el nombre del elemento a calcular.
- Columna 2: indica el punto kilométrico de su proyección al eje de la carretera o ramal del enlace o intersección.
- Columna 3: indica la longitud del conducto (m).
- Columna 4: indica el tipo de conducto.
- Columna 5: hace referencia a las dimensiones más importantes de la sección (m).
- Columna 6: es la pendiente del conducto.
- Columna 7: el caudal de cálculo para el dimensionamiento (l/s).
- Columna 8: coeficiente de rugosidad.
- Columna 9: calado necesario para que fluya el caudal de cálculo (m).
- Columna 10: área que usa el caudal de cálculo, es la correspondiente al calado (m²).
- Columna 11: velocidad del agua en la cuneta (m/s).
- Columna 12: caudal máximo que soporta la cuneta sin sobrase (l/s).

4.3.1 Comentarios a los resultados obtenidos

De los cálculos hidráulicos obtenidos y que se incluyen en la tabla, se deduce que las cunetas cumplen las condiciones hidráulicas en cuanto a velocidad y calado.

Características					Dimensionamiento						
Código	PK	Longitud	Tipo	Dimensiones	Pendiente	Caudal de cálculo	nº de Manning	Calado	Sección de agua	Velocidad	Caudal máximo
D-1	-0+085	123	Rigola de borde	0,35	2,03%	0,00	0,014				17,87
	1+115										
D-2	1+115	55	Rigola de borde	0,50	4,55%	5,66	0,014	0,06	0,005	1,16	78,76
	1+170										
D-3.1	1+645	57	Cuneta triangular	1,50	7,72%	25,39	0,014	0,07	0,013	1,96	495,36
	1+585										
D-3.2	1+710	87	Cuneta triangular	1,50	5,40%	81,86	0,014	0,11	0,036	2,30	414,40
	1+620										
D-4	1+705	59	Rigola de borde	0,50	4,00%	25,39	0,014	0,10	0,016	1,61	73,88
	1+645										
D-5.1	1+650	162	Rigola de borde	0,50	3,50%	81,86	0,014	0,16	0,040	2,05	69,11
	1+820										
D-5.2	1+650	107	Cuneta trapezoidal	0,50	0,50%	48,05	0,014	0,14	0,050	0,96	137,62
	1+775										
D-6	1+835	110	Rigola de borde	0,50	0,55%	27,25	0,014	0,15	0,035	0,77	27,28
	1+940										
D-7	1+940	113	Cuneta trapezoidal	0,50	1,00%	138,59	0,014	0,23	0,085	1,63	194,62
	1+835										
D-8	1+940	72	Cuneta triangular	1,50	0,69%	117,51	0,014	0,18	0,101	1,17	148,58
	2+010										
D-9	2+090	118	Cuneta triangular	1,50	9,43%	385,26	0,014	0,18	0,092	4,18	547,47
	1+970										
D-10	2+095	80	Cuneta triangular	1,50	9,63%	267,75	0,014	0,15	0,070	3,84	553,14
	2+010										
D-11	2+225	124	Cuneta trapezoidal	0,50	13,06%	89,03	0,014	0,08	0,024	3,65	703,45
	2+095										
D-12	2+240	142	Rigola de borde	0,50	4,73%	42,94	0,014	0,12	0,022	1,95	80,36
	2+095										
D-13	2+225	17	Cuneta trapezoidal	0,50	25,88%	9,09	0,014	0,01	0,004	2,05	990,12
	2+240										
D-15	2+290	32	Rigola de borde	0,50	1,00%	7,06	0,014	0,08	0,010	0,69	36,94
	2+260										
D-16	2+260	52	Cuneta triangular	0,30	11,35%	9,21	0,014	0,07	0,005	2,00	52,17
	2+300										

Características					Dimensionamiento						
Código	PK	Longitud	Tipo	Dimensiones	Pendiente	Caudal de cálculo	nº de Manning	Calado	Sección de agua	Velocidad	Caudal máximo
D-18	2+410	112	Rigola de borde	0,50	4,52%	45,62	0,014	0,12	0,023	1,95	78,52
	2+520										
D-19	2+560	38	Rigola de borde	0,50	1,32%	21,26	0,014	0,12	0,021	1,01	42,37
	2+520										
D-20	2+635	72	Cuneta triangular	1,00	2,64%	191,50	0,014	0,20	0,083	2,31	182,82
	2+560										
D-21	2+690	53	Rigola de borde	0,50	6,00%	28,53	0,014	0,10	0,015	1,93	90,48
	2+635										
D-22.1	2+760	70	Rigola de borde	0,50	4,86%	21,14	0,014	0,09	0,013	1,65	81,41
	2+690										
D-22.2	2+760	18	Cuneta triangular	0,30	1,00%	4,46	0,014	0,08	0,007	0,67	15,49
	2+780										
D-23	2+815	15	Cuneta triangular	0,30	2,87%	20,31	0,014	0,12	0,014	1,46	26,22
	2+800										
D-24	2+885	67	Rigola de borde	0,50	1,58%	16,60	0,014	0,10	0,016	1,02	46,43
	2+815										
D-25	2+885	51	Cuneta triangular	1,50	3,43%	169,30	0,014	0,16	0,073	2,33	330,13
	2+930										
D-26	2+930	47	Rigola de borde	0,50	4,38%	11,64	0,014	0,07	0,009	1,37	77,34
	2+885										
D-27.1	3+090	158	Rigola de borde	0,50	1,33%	39,14	0,014	0,15	0,033	1,18	42,59
	2+930										
D-27.2	3+090	42	Rigola de borde	0,50	0,62%	3,84	0,014	0,07	0,008	0,50	29,06
	3+050										
D-28.1	3+090	264	Rigola de borde	0,50	1,00%	32,70	0,014	0,14	0,032	1,02	36,94
	3+360										
D-28.2	3+090	41	Rigola de borde	0,50	0,54%	10,16	0,014	0,10	0,017	0,60	27,06
	3+130										
D-29	3+160	52	Rigola de borde	0,50	1,00%	10,49	0,014	0,09	0,014	0,77	36,94
	3+210										
D-30	3+210	169	Rigola de borde	0,50	5,09%	79,48	0,014	0,15	0,034	2,34	83,33
	camino										
D-31	3+215	164	Rigola de borde	0,50	5,24%	32,20	0,014	0,10	0,017	1,89	84,59
	camino										

Características					Dimensionamiento						
Código	PK	Longitud	Tipo	Dimensiones	Pendiente	Caudal de cálculo	nº de Manning	Calado	Sección de agua	Velocidad	Caudal máximo
D-32	3+360	49	Cuneta triangular	1,50	3,06%	32,70	0,014	0,09	0,022	1,48	311,95
	3+405										
D-33	3+445	73	Cuneta triangular	1,50	0,75%	33,44	0,014	0,11	0,038	0,88	154,76
	3+520										
D-34	3+570	50	Cuneta triangular	1,50	0,64%	22,95	0,014	0,10	0,030	0,75	142,63
	3+520										
D-35	3+520	79	Cuneta trapezoidal	0,50	1,00%	124,00	0,014	0,21	0,078	1,59	194,62
	3+445										
D-36.1	3+600	27	Cuneta triangular	1,50	5,67%	59,53	0,014	0,10	0,028	2,16	424,42
	3+570										
D-36.2	3+660	60	Rigola de borde	0,50	2,72%	52,85	0,014	0,14	0,032	1,67	60,89
	3+600										
D-37	3+810	142	Rigola de borde	0,50	4,00%	53,34	0,014	0,13	0,028	1,93	73,88
	3+660										
D-38	3+830	66	Cuneta triangular	1,50	14,39%	38,11	0,014	0,07	0,014	2,75	676,43
	3+765										
D-39	3+950	145	Cuneta trapezoidal	0,50	2,43%	37,98	0,014	0,13	0,026	1,47	57,56
	3+810										
D-40	3+950	120	Rigola de borde	0,50	2,60%	38,11	0,014	0,13	0,025	1,51	59,56
	3+830										
D-41	3+950	108	Rigola de borde	0,50	2,87%	58,79	0,014	0,15	0,034	1,75	62,58
	4+060										
D-42	3+950	59	Rigola de borde	0,50	1,61%	9,78	0,014	0,08	0,011	0,90	46,87
	4+010										
D-43	4+150	59	Cuneta triangular	0,30	3,92%	25,27	0,014	0,12	0,015	1,73	30,65
	4+060										
D-44	4+060	72	Cuneta triangular	1,00	2,14%	101,89	0,014	0,17	0,056	1,82	164,59
	4+130										
D-45	4+150	10,8	Cuneta triangular	1,00	0,50%	2,68	0,014	0,06	0,006	0,43	79,58
	4+130										
D-46	4+215	23	Rigola de borde	0,50	6,00%	11,68	0,014	0,07	0,008	1,54	90,48
	4+185										
D-47	camino	106	Cuneta trapezoidal	0,50	11,75%	222,24	0,014	0,14	0,048	4,60	666,99
	4+215										

Características					Dimensionamiento						
Código	PK	Longitud	Tipo	Dimensiones	Pendiente	Caudal de cálculo	nº de Manning	Calado	Sección de agua	Velocidad	Caudal máximo
D-48	4+240	20	Rigola de borde	0,50	6,00%	76,85	0,014	0,14	0,031	2,47	90,48
	4+215										
D-49	4+385	132	Rigola de borde	0,50	4,02%	61,52	0,014	0,14	0,031	2,01	74,02
	4+250										
D-50	camino	71	Rigola de borde	0,50	12,59%	15,33	0,014	0,07	0,007	2,18	131,08
	4+240										
D-51	4+300	87	Rigola de borde	0,50	5,80%	17,01	0,014	0,08	0,010	1,67	89,00
	4+215										
D-52	4+320	61	Cuneta trapezoidal	0,50	8,20%	25,07	0,014	0,04	0,012	2,06	557,19
	4+385										
D-53.1	4+440	36	Cuneta triangular	1,00	1,94%	108,91	0,014	0,17	0,061	1,79	156,93
	4+405										
D-53.2	4+405	15	Cuneta triangular	1,50	28,00%	123,99	0,014	0,09	0,026	4,73	943,44
	4+390										
D-54	4+420	22	Cuneta trapezoidal	0,50	13,64%	11,37	0,014	0,02	0,006	1,82	718,68
	4+405										
D-55	4+420	17	Cuneta trapezoidal	0,50	2,94%	22,62	0,014	0,05	0,016	1,42	333,77
	4+440										
D-56	4+485	40	Rigola de borde	0,50	3,00%	18,17	0,014	0,09	0,014	1,33	63,98
	4+440										
D-57	4+485	44	Cuneta trapezoidal	0,50	8,64%	53,26	0,014	0,06	0,020	2,69	571,94
	4+440										
D-58	4+485	38	Cuneta trapezoidal	0,50	1,58%	72,52	0,014	0,13	0,044	1,63	244,55
	4+525										
D-59	4+525	42	Cuneta triangular	1,00	2,62%	93,33	0,014	0,16	0,048	1,93	182,13
	4+485										
D-60	4+525	13	Cuneta trapezoidal	0,50	3,85%	21,40	0,014	0,04	0,014	1,52	381,68
	4+540										
D-61	4+570	32	Cuneta trapezoidal	0,50	2,28%	55,58	0,014	0,10	0,032	1,72	293,95
	4+540										
D-62	4+525	49	Cuneta triangular	1,00	1,63%	98,22	0,014	0,17	0,060	1,63	143,80
	4+575										
D-63	4+570	13	Cuneta triangular	0,30	31,54%	3,09	0,014	0,04	0,001	2,23	86,99
	4+590										

Características					Dimensionamiento						
Código	PK	Longitud	Tipo	Dimensiones	Pendiente	Caudal de cálculo	nº de Manning	Calado	Sección de agua	Velocidad	Caudal máximo
D-64	4+575	10	Cuneta triangular	1,00	4,00%	3,76	0,014	0,04	0,004	1,01	225,08
	4+590										
D-65	4+620	22	Cuneta triangular	0,30	15,91%	21,30	0,014	0,09	0,008	2,80	61,78
	4+595										
D-66	4+595	52	Cuneta triangular	1,00	1,92%	19,97	0,014	0,09	0,017	1,17	156,07
	4+650										
D-67	4+620	30	Cuneta trapezoidal	0,50	12,67%	35,72	0,014	0,04	0,013	2,68	692,66
	4+650										
D-68	4+690	37	Cuneta triangular	1,00	0,54%	26,67	0,014	0,13	0,034	0,78	82,74
	4+620										
D-69	4+620	50	Cuneta triangular	1,00	2,25%	99,90	0,014	0,16	0,054	1,85	168,81
	4+700										
D-70	4+690	34	Cuneta trapezoidal	0,50	3,53%	22,90	0,014	0,05	0,015	1,51	365,63
	4+730										
D-71	4+700	25	Cuneta triangular	1,00	2,25%	6,19	0,014	0,06	0,007	0,92	168,81
	4+730										
D-72	5+390	39	Cuneta triangular	0,30	5,00%	24,77	0,014	0,11	0,013	1,88	34,63
	5+350										
D-73	5+390	35	Cuneta triangular	0,30	6,00%	35,41	0,014	0,13	0,016	2,21	37,94
	5+350										
D-74	5+450	61	Rigola de borde	0,50	5,00%	15,11	0,014	0,08	0,010	1,53	82,60
	5+390										
D-75	5+470	83	Rigola de borde	0,50	5,00%	18,31	0,014	0,09	0,011	1,61	82,60
	5+390										

4.4 Colectores

En el proyecto se han colocado 2 tramos con 3 colectores, el primer tramo tiene 2 colectores, cuyo propósito es el de unificar el cauce de varias ODTs provenientes de la autopista al encontrarse las salidas de estas en un muro de escollera, reduciendo así el numero de ODTs en la escollera.

El segundo tramo se encuentra en la conexión de con el polígono de Erletxe, y evacua los cauces provenientes de las laderas contiguas.

En la siguiente tabla se detallan los colectores propuestos y sus diámetros

PK _i	PK _f	Ø	Pendiente
2+490	2+525	800mm	1.20%
2+560	2+525	800mm	0.55%
0+850 (eje34)	0+695 (eje34)	600mm	1.00%

5 Obras de Drenaje Transversal

Las obras de drenaje transversal tienen por objeto restituir el curso de los cauces de agua superficial que se vean interrumpidos por la traza, introduciendo las mínimas modificaciones sobre las condiciones originales de dichos cauces, como son las pendientes en alzado y el esviaje. En este apartado también se incluyen colectores transversales y sus enlaces longitudinales, que aunque no restituyen ningún cauce sí que presentan similitudes de diseño con ODTs por lo que las detallamos en el mismo capítulo.

Como ya se ha comentado, el itinerario de la nueva bicipista discurre en paralelo a la AP-8, por lo que interfiere con las salidas de las obras de drenaje. Estas interferencias requerirán revisar las obras de drenaje transversal afectadas, procediendo a darle continuidad al drenaje bajo la bicipista, para así evitar que estas inunden la plataforma de la bicipista o la autopista, como también desagua en ellas el drenaje específico de la bicipista se actualiza la sección para que también permita el desagüe del caudal de esta.

En relación al desagüe de la red de drenaje longitudinal de la bicipista, se han dispuesto un total de 29 Drenajes Transversales a lo largo del trazado, siendo 15 continuaciones directas, ya sea aguas arriba o aguas abajo. También existen drenajes que, aunque no son directos, sí que dan continuidad al drenaje de la autopista proveniente de otras ODTs o bajantes.

A la hora de diseñar las ODTs aguas arriba de la Autopista se ha intentado repartir el agua de manera similar a la situación sin proyecto, que es la que se ha usado para el cálculo de las ODTs de la autopista. De esta manera se evitan problemas de incapacidad de las ODTs actuales ante una nueva distribución del agua.

También se han dispuesto medidas para evitar la erosión en la salida de las ODTs, consistente en boquillas y encachados. Estos últimos especialmente importantes para proteger los muros de la erosión en su base.

En la ODT del PK 2+250 se ha dispuesto una bajante escalonada, que por una parte ayude en la disipación de energía de la cantidad de agua esperada, y por otra que retrase el perfil de tal manera que se permita una entrada directa a los dos caños presentes bajo la autopista, que quedarían tapados por el terraplén de la bicipista. El punto bajo de la bajante conecta con dos tubos de una ODT existente bajo la AP-8, es por eso que estará abierta por los lados (sujetando las tierras con dos aletas) para que el agua que acabe en el punto bajo pueda desaguar por los tubos.

En dos de las ODTs del tramo final (4+575 y 4+590) las ODTs acaban sobre un talud gunitado de gran pendiente, para bajar el agua se usarán tubos de Ø 200 de PVC protegidos con una cubierta metálica.

5.1 Medidas ambientales en el sistema de drenaje

Existe un estudio de permeabilidad para la fauna (redactado por Fulcrum) en los principales corredores del PTS, en el caso de este proyecto se identifican 2 afecciones directas relacionadas al drenaje:

Sobre el PK 3+450 existe la salida de dos caños del drenaje transversal de la autopista, estos ha de quedar fuera de los cerramientos de tal manera que puedan ser usados por la fauna. Es por ello que se ha de retirar la valla presente a la salida de las ODT, esta valla no pertenece a la autopista, es una valla de obra, que parece colocada por los ocupantes del edificio cercano como cerramiento a la parcela.

La segunda es la necesidad de habilitar una galería a la que le afectamos prolongando la entrada. Esto requiere la construcción de dos banquetas de 0,5 x 0,5 y la construcción de una boquilla con elementos naturales.

5.2 Cuadro resumen

A continuación se recogen las obras de drenaje trasversal específicas para la bicipista:

Se puede dividir las ODTs en tres grupos: ODTs que no conectan directamente con otras existentes, ODTs que conectan con otras existentes y reciben caudales adicionales de la bicipista y ODTs que conectan con otras existentes, pero no se aporta caudal extra. Estas últimas se continua con el diámetro y pendiente existente.

ODT	Diámetro	Caudal de cálculo (m³/s)	Observaciones
ODT 1+710	Ø 400	0,116	
ODT 1+860	Ø 400	0,038	
ODT 2+010	Ø 800	0,609	
ODT 2+250	Ø 800	0,123	Salida con bajante escalonada
ODT 2+525	Ø1000	1,420	Conexión en entrada con colectores
ODT 2+690	Ø 600	0,386	Continuación de ODT Existente
ODT 2+760	Ø 500		Continuación de ODT Existente
ODT 2+830	Ø 500		Continuación de ODT Existente

ODT	Diámetro	Caudal de cálculo (m³/s)	Observaciones
ODT 2+885	Ø 600	0,322	Continuación de ODT Existente
ODT 2+925	Ø 900		Continuación de ODT Existente
ODT 2+930	Ø 500	0,091	Continuación de ODT Existente
ODT 2+980	Ø 500		Continuación de ODT Existente
ODT 3+140	Ø 1200		Continuación de ODT Existente
ODT 3+520	Ø 600	0,181	Continuación de ODT Existente
ODT 3+570	Ø 600	0,156	
ODT 3+660	Ø 600	0,180	Continuación de ODT Existente
ODT 3+720	Ø 1500		Continuación de ODT Existente
ODT 3+730	Ø 500		Continuación de ODT Existente
ODT 3+795	Ø 800		Continuación de ODT Existente
ODT 3+810	Ø 400	0,059	
ODT 4+130	Ø 400	0,139	
ODT 4+205	Galería		Continuación de ODT Existente
ODT 4+215	Ø 400	0,023	
ODT 4+390	Ø 1000	1,183	Continuación de ODT Existente
ODT 4+480	Ø 400	0,133	
ODT 4+575	Ø 400	0,140	Salida en bajante entubada
ODT 4+590	Ø 400	0,144	Salida en bajante entubada
ODT 4+700	Ø 400	0,141	
ODT 5+350	Ø 400	0,050	

En el apartado 7 del capítulo de Planos se recoge la definición del drenaje longitudinal, los perfiles longitudinales de cada una de las obras de drenaje transversal, y algunos detalles para la definición de los diversos elementos empleados.

APÉNDICE Nº4.1

Cálculos Hidráulicos

Cuencas

A continuación se presentan las tablas que contienen los distintos cálculos de caudal de las diferentes cuencas.

Nombre de Cuenca	Tipo de Cuenca	Q _T (m³/s)	q _T (l/m²/s)	I (T,t _c)	C	A (m²)	K _i	I _d	T	P _d (mm)	F _{int}	t _c (h)	P ₀
C-1	Secundaria	0,006	0,019	148,8154	0,468744	305	1,003188	4,87	25	116,87	30,5602	0,083333	21,39
P-1	Secundaria	0,030	0,041	148,8154	0,995574	738	1,003188	4,87	25	116,87	30,5602	0,083333	0,69
C-intersección	Secundaria	0,279	0,008	61,47853	0,468744	33800	1,031533	4,87	25	116,87	12,62501	0,533391	21,39
C-5	Secundaria	0,048	0,028	148,8154	0,681565	1700	1,003188	4,87	25	116,87	30,5602	0,083333	11,385
C-7	Secundaria	0,139	0,020	121,0182	0,58816	6970	1,005694	4,87	25	116,87	24,85186	0,132812	15,18
C-8	Secundaria	0,087	0,016	94,52737	0,58816	5564	1,010984	4,87	25	116,87	19,4118	0,2256	15,18
C-10	Secundaria	0,103	0,017	100,8017	0,58816	6187	1,009292	4,87	25	116,87	20,70028	0,197081	15,18
C-11	Secundaria	0,089	0,022	134,9175	0,58816	4022	1,004212	4,87	25	116,87	27,70618	0,104226	15,18
C-13	Secundaria	0,009	0,022	135,7517	0,58816	408	1,00414	4,87	25	116,87	27,87748	0,102786	15,18
m2 Desmonte	Secundaria	0,000	0,041	148,8154	0,995574	1	1,003188	4,87	25	116,87	30,5602	0,083333	0,69
C-16	Secundaria	0,009	0,023	138,9759	0,58816	404	1,003875	4,87	25	116,87	28,53958	0,097462	15,18
C-ODT 2+510 Terr T500	Secundaria	0,527	0,025	136,1327	0,644939	21259	1,016492	8,23	500	197,6	16,53434	0,313688	21,6225
C-ODT 2+510 AP-8 T500	Secundaria	0,085	0,038	136,1327	0,998337	2206	1,016492	8,23	500	197,6	16,53434	0,313688	0,6975
C-ODT 2+580 Terr	Secundaria	0,131	0,011	80,29267	0,468744	12315	1,016606	4,87	25	116,87	16,48861	0,315448	21,39
C-ODT 2+580 AP-8	Secundaria	0,052	0,023	80,29267	0,995574	2299	1,016606	4,87	25	116,87	16,48861	0,315448	0,69
C-ODT 2+650 Terr	Secundaria	0,080	0,011	84,18209	0,468744	7165	1,014756	4,87	25	116,87	17,28733	0,28657	21,39
C-ODT 2+650 AP-8	Secundaria	0,040	0,024	84,18209	0,995574	1692	1,014756	4,87	25	116,87	17,28733	0,28657	0,69
C-47	Secundaria	0,222	0,022	87,09861	0,883759	10255	1,013541	4,87	25	116,87	17,88625	0,267276	4,83
C-52	Secundaria	0,025	0,027	110,6885	0,883759	916	1,007251	4,87	25	116,87	22,73058	0,161343	4,83
C-54	Secundaria	0,011	0,021	101,9074	0,730101	545	1,00903	4,87	25	116,87	20,92734	0,192576	9,66
C-55	Secundaria	0,023	0,020	95,56155	0,730101	1155	1,010679	4,87	25	116,87	19,62417	0,220524	9,66
C-57	Secundaria	0,053	0,019	95,09306	0,730101	2732	1,010816	4,87	25	116,87	19,52797	0,222804	9,66
C-58	Secundaria	0,073	0,018	86,97691	0,730101	4056	1,013589	4,87	25	116,87	17,86126	0,268045	9,66
C-60	Secundaria	0,021	0,019	93,75697	0,730101	1113	1,011218	4,87	25	116,87	19,25359	0,229486	9,66
C-61	Secundaria	0,056	0,018	87,19519	0,730101	3101	1,013503	4,87	25	116,87	17,90609	0,266668	9,66
C-63	Secundaria	0,003	0,030	148,8154	0,730101	102	1,003188	4,87	25	116,87	30,5602	0,083333	9,66
C-65	Secundaria	0,021	0,020	96,2171	0,730101	1080	1,010491	4,87	25	116,87	19,7588	0,217388	9,66
C-67	Secundaria	0,036	0,019	92,65531	0,730101	1879	1,011565	4,87	25	116,87	19,02736	0,235205	9,66
C-68	Secundaria	0,027	0,019	91,90471	0,730101	1414	1,011809	4,87	25	116,87	18,87322	0,239215	9,66
C-70	Secundaria	0,023	0,018	86,8754	0,730101	1282	1,013629	4,87	25	116,87	17,84042	0,268688	9,66
C-ODT 4+390	Principal	0,980	0,027	123,7272	0,772314	36494	1,012181	6,64	100	159,256	18,64579	0,245306	11,256
C-ODT 4+590	Secundaria	0,144	0,029	135,3996	0,772314	4895	1,009649	6,64	100	159,256	20,40483	0,203162	11,256
C-ODT 2+250	Secundaria	0,123	0,021	145,9677	0,52381	5740	1,007914	6,64	100	159,256	21,99744	0,17314	24,924

2 Cunetas

A continuación se presentan las tablas que contienen los distintos cálculos de caudal de las diferentes cunetas.

Nombre	PK	Elemento		Pendiente J(%)	Cuenca de aporte 1	Cuenca de aporte 2	Área de aporte 3 (m²)	q _{T3} (l/m²/s)	Área de aporte 4 (m²)	q _{T4} (l/m²/s)	Otras Cunetas	Caudal de entrada total Q _e (l/s)	Tipo de cuneta	Caudal máximo (l/s)	Calad o (m)	Área (m2)	Rh (m)	Velocidad m/s	Nº Froude
D-1	-0+085		M.D.	2,03%								0,00	CL-0,35	17,866					
	1+115		Colector exi.																
D-2	1+115		M.D.	4,55%			137	0,04129				5,66	CL-0,50	78,757	0,0559	0,0049	0,0210	1,1578	2,2118
	1+170																		
D-3.1	1+645	D-4	M.I.	7,72%							D-4	25,39	CT-1,50	495,362	0,0656	0,0129	0,0311	1,9642	3,4615
	1+585		P. Terraplén																
D-3.2	1+710	ODT 1+710	M.D.	5,40%							D-5.1	57,84	CT-1,50	414,403	0,0956	0,0274	0,0453	2,1108	3,0829
	1+620		P. Terraplén																
D-4	1+705		M.I.	4,00%			261	0,04129	354	0,04129		25,39	CL-0,50	73,881	0,1005	0,0158	0,0377	1,6065	2,2881
	1+645																		
D-5.1	1+650		M.I.	3,50%			819	0,04129			D-5.2	57,84	CL-0,50	69,109	0,1403	0,0308	0,0527	1,8772	2,2628
	1+820	ODT 1+710	Pie de Muro																
D-5.2	1+650		M.I.	0,50%	C-5							48,05	CD-0,50	137,617	0,1440	0,0500	0,0829	0,9605	0,8618
	1+775		C. de Muro																
D-6	1+835		M.I.	0,55%			660	0,04129				27,25	CL-0,50	27,282	0,1499	0,0352	0,0563	0,7745	0,9032
	1+940	ODT 1+850	Pie de Muro																
D-7	1+940		M.I.	1,00%	C-7							138,59	CD-0,50	194,620	0,2266	0,0849	0,1093	1,6324	1,1992
	1+835		C. de Muro																
D-8	1+940		M.I.	0,69%	C-8		310	0,04129	432	0,04129		117,51	CT-1,50	148,577	0,1832	0,1006	0,0869	1,1676	1,2319
	2+010	ODT 2+010	P. Terraplén																
D-9	2+090	ODT 2+010	M.D.	9,43%							D-10 y D-8	385,26	CT-1,50	547,466	0,1753	0,0922	0,0832	4,1785	4,5061
	1+970		P. Terraplén																
D-10	2+095	D-11 y D-12	M.I.	9,63%	C-10		294	0,04129	504	0,04129	D-11 y D-12	267,75	CT-1,50	553,139	0,1524	0,0696	0,0723	3,8448	4,4476
	2+010	ODT 2+010	P. Terraplén																
D-11	2+225		M.I.	13,06%	C-11							89,03	CD-0,50	703,450	0,0751	0,0244	0,0532	3,6525	4,4160
	2+095	D-10	C. Desmonte																
D-12	2+240		M.I.	4,73%			188	0,04129	852	0,04129		42,94	CL-0,50	80,360	0,1186	0,0220	0,0445	1,9512	2,5584
	2+095	D-10																	

Proyecto de Trazado de la Bicipista del Ibaizabal. Tramo: Erletexe – Boroa
Anejo nº4: Hidrología y Drenaje

Nombre	PK	Elemento		Pendiente J(%)	Cuenca de aporte 1	Cuenca de aporte 2	Área de aporte 3 (m²)	q _{T3} (l/m²/s)	Área de aporte 4 (m²)	q _{T4} (l/m²/s)	Otras Cunetas	Caudal de entrada total Q _e (l/s)	Tipo de cuneta	Caudal máximo (l/s)	Calad o (m)	Área (m2)	Rh (m)	Velocidad m/s	Nº Froude
D-13	2+225		M.I.	25,88%	C-13							9,09	CD-0,50	990,121	0,0145	0,0044	0,0134	2,0505	5,4719
	2+240	Bajante	C. Desmonte																
D-15	2+290		M.I.	1,00%			171	0,04129				7,06	CL-0,50	36,940	0,0806	0,0102	0,0303	0,6936	1,1029
	2+260	Bajante																	
D-16	2+260		M.I.	11,35%	C-16							9,21	CT-0,30	52,173	0,0678	0,0046	0,0240	2,0010	3,4689
	2+300		C. Desmonte																
D-18	2+410		M.I.	4,52%			433	0,04129	672	0,04129		45,62	CL-0,50	78,518	0,1224	0,0234	0,0459	1,9468	2,5129
	2+520	ODT 2+520																	
D-19	2+560		M.I.	1,32%			287	0,04129	228	0,04129		21,26	CL-0,50	42,373	0,1158	0,0210	0,0435	1,0128	1,3437
	2+520	ODT 2+520																	
D-20	2+635	Bajante AP-8	M.I.	2,64%	C-ODT 2+650 Terr	C-ODT 2+650 AP-8	617	0,04129	432	0,04129	D-21	191,50	CT-1,00	208,223	0,2035	0,0828	0,0889	2,3119	2,3140
	2+560	Colector																	
D-21	2+690		M.I.	6,00%			373	0,04129	318	0,04129		28,53	CL-0,50	90,485	0,0973	0,0148	0,0365	1,9256	2,7873
	2+635	D-20																	
D-22.1	2+760		M.I.	4,86%			92	0,04129	420	0,04129		21,14	CL-0,50	81,412	0,0905	0,0128	0,0339	1,6504	2,4776
	2+690	ODT 2+690																	
D-22.2	2+760		M.I.	1,00%					108	0,04129		4,46	CT-0,30	15,489	0,0815	0,0066	0,0288	0,6713	1,0618
	2+780		P. Terraplén																
D-23	2+815	D-24	M.I.	2,87%			90	0,04129			D-24	20,31	CT-0,30	26,225	0,1181	0,0140	0,0418	1,4558	1,9125
	2+800		P. Terraplén																
D-24	2+885		M.I.	1,58%			402	0,04129				16,60	CL-0,50	46,433	0,1020	0,0163	0,0383	1,0196	1,4416
	2+815	D-23																	
D-25	2+885		M.D.	3,43%			169,3	1,00000				169,30	CT-1,50	330,134	0,1557	0,0727	0,0739	2,3281	2,6641
	2+930		P. Terraplén																
D-26	2+930		M.I.	4,38%			282	0,04129				11,64	CL-0,50	77,337	0,0737	0,0085	0,0277	1,3681	2,2747
	2+885	ODT 2+885																	
D-27.1	3+090		M.I.	1,33%			948	0,04129				39,14	CL-0,50	42,587	0,1453	0,0331	0,0545	1,1842	1,4026
	2+930	ODT 2+930																	
D-27.2	3+090		M.D.	0,62%			93	0,04129				3,84	CL-0,50	29,064	0,0702	0,0077	0,0263	0,4976	0,8479
	3+050																		
D-28.1	3+090		M.I.	1,00%					792	0,04129		32,70	CL-0,50	36,940	0,1433	0,0321	0,0538	1,0176	1,2137
	3+360	D-32																	

Caudal máximo (l/s)	Calad o (m)	Área (m2)	Rh (m)	Velocidad m/s	Nº Froude
990,121	0,0145	0,0044	0,0134	2,0505	5,4719
36,940	0,0806	0,0102	0,0303	0,6936	1,1029
52,173	0,0678	0,0046	0,0240	2,0010	3,4689
78,518	0,1224	0,0234	0,0459	1,9468	2,5129
42,373	0,1158	0,0210	0,0435	1,0128	1,3437
208,223	0,2035	0,0828	0,0889	2,3119	2,3140
90,485	0,0973	0,0148	0,0365	1,9256	2,7873
81,412	0,0905	0,0128	0,0339	1,6504	2,4776
15,489	0,0815	0,0066	0,0288	0,6713	1,0618
26,225	0,1181	0,0140	0,0418	1,4558	1,9125
46,433	0,1020	0,0163	0,0383	1,0196	1,4416
330,134	0,1557	0,0727	0,0739	2,3281	2,6641
77,337	0,0737	0,0085	0,0277	1,3681	2,2747
42,587	0,1453	0,0331	0,0545	1,1842	1,4026
29,064	0,0702	0,0077	0,0263	0,4976	0,8479
36,940	0,1433	0,0321	0,0538	1,0176	1,2137

Nombre	PK	Elemento		Pendiente J(%)	Cuenca de aporte 1	Cuenca de aporte 2	Área de aporte 3 (m²)	q _{T3} (l/m²/s)	Área de aporte 4 (m²)	q _{T4} (l/m²/s)	Otras Cunetas	Caudal de entrada total Q _e (l/s)	Tipo de cuneta	Caudal máximo (l/s)	Calad o (m)	Área (m2)	Rh (m)	Velocidad m/s	Nº Froude
D-28.2	3+090		M.D.	0,54%					246	0,04129		10,16	CL-0,50	27,060	0,1039	0,0169	0,0390	0,6015	0,8427
	3+130																		
D-29	3+160		M.D.	1,00%			254	0,04129				10,49	CL-0,50	36,940	0,0935	0,0137	0,0351	0,7658	1,1305
	3+210	D-30																	
D-30	3+210	D-30	M.D.	5,09%			657	0,04129	1014	0,04129	D-29	79,48	CL-0,50	83,331	0,1474	0,0340	0,0553	2,3387	2,7508
	camino																		
D-31	3+215		M.I.	5,24%			780	0,04129				32,20	CL-0,50	84,592	0,1044	0,0171	0,0392	1,8870	2,6366
	camino																		
D-32	3+360	D-28.1	M.I.	3,06%							D-28.1	32,70	CT-1,50	311,948	0,0858	0,0221	0,0407	1,4791	2,2795
	3+405		P. Terraplén																
D-33	3+445		M.I.	0,75%			372	0,04129	438	0,04129		33,44	CT-1,50	154,758	0,1126	0,0380	0,0534	0,8793	1,1832
	3+520	ODT 3+520	P. Terraplén																
D-34	3+570		M.I.	0,64%			256	0,04129	300	0,04129		22,95	CT-1,50	142,634	0,1008	0,0305	0,0478	0,7528	1,0706
	3+520	ODT 3+520																	
D-35	3+520	ODT 3+520	M.D.	1,00%			124	1,00000				124,00	CD-0,50	194,620	0,2112	0,0781	0,1048	1,5881	1,2028
	3+445		Pie de Muro																
D-36.1	3+600	D-36.2	M.I.	5,67%					162	0,04129	D-36.2	59,53	CT-1,50	424,422	0,0958	0,0275	0,0454	2,1645	3,1584
	3+570	ODT 3+570	P. Terraplén																
D-36.2	3+660		M.I.	2,72%			120	0,04129	1160	0,04129		52,85	CL-0,50	60,886	0,1422	0,0317	0,0534	1,6690	1,9981
	3+600	D-36.1																	
D-37	3+810		M.I.	4,00%			440	0,04129	852	0,04129		53,34	CL-0,50	73,881	0,1328	0,0276	0,0498	1,9340	2,3968
	3+660	ODT 3+660																	
D-38	3+830	D-40	M.D.	14,39%							D-40	38,11	CT-1,50	676,432	0,0680	0,0139	0,0323	2,7462	4,7548
	3+765		P. Terraplén																
D-39	3+950		M.I.	2,43%			50	0,04129	870	0,04129		37,98	CL-0,50	57,556	0,1284	0,0258	0,0482	1,4732	1,8567
	3+810	ODT 3+810																	
D-40	3+950		M.D.	2,60%			923	0,04129				38,11	CL-0,50	59,564	0,1269	0,0252	0,0476	1,5128	1,9178
	3+830	D-38																	
D-41	3+950		M.I.	2,87%			776	0,04129	648	0,04129		58,79	CL-0,50	62,585	0,1465	0,0336	0,0550	1,7498	2,0640
	4+060	D-44																	
D-42	3+950		M.D.	1,61%			237	0,04129				9,78	CL-0,50	46,874	0,0834	0,0109	0,0313	0,8998	1,4072
	4+010																		

Proyecto de Trazado de la Bicipista del
Ibaizabal. Tramo: Erlebe – Boroa
Anejo nº4: Hidrología y Drenaje

Nombre	PK	Elemento		Pendiente J(%)	Cuenca de aporte 1	Cuenca de aporte 2	Área de aporte 3 (m²)	q _{T3} (l/m²/s)	Área de aporte 4 (m²)	q _{T4} (l/m²/s)	Otras Cunetas	Caudal de entrada total Q _e (l/s)	Tipo de cuneta	Caudal máximo (l/s)	Calad o (m)	Área (m2)	Rh (m)	Velocidad m/s	Nº Froude
D-43	4+150		M.I.	3,92%			481	0,04129	131	0,04129		25,27	CT-0,30	30,648	0,1209	0,0146	0,0428	1,7280	2,2438
	4+060		C. de Muro																
D-44	4+060	D-43 y D-41	M.I.	2,14%			432	0,04129			D-41 y D-43	101,89	CT-1,00	187,462	0,1671	0,0558	0,0730	1,8250	2,0159
	4+130	ODT 4+130	Pie de Muro																
D-45	4+150		M.I.	0,50%			64,8	0,04129				2,68	CT-1,00	90,637	0,0560	0,0063	0,0245	0,4259	0,8124
	4+130	ODT 4+130	Pie de Muro																
D-46	4+215		M.D.	6,00%			145	0,04129	138	0,04129		11,68	CL-0,50	90,485	0,0696	0,0076	0,0261	1,5404	2,6360
	4+185																		
D-47	camino		M.I.	11,75%	C-47							222,24	CD-0,50	666,988	0,1397	0,0483	0,0814	4,5966	4,1798
	4+215	Bajante	C. Desmonte																
D-48	4+240	D-49 y D-50	M.I.	6,00%							D-49 y D-50	76,85	CL-0,50	90,485	0,1411	0,0312	0,0529	2,4668	2,9654
	4+215	Bajante																	
D-49	4+385		M.I.	4,02%			698	0,04129	792	0,04129		61,52	CL-0,50	74,020	0,1399	0,0306	0,0525	2,0071	2,4225
	4+250	D-48																	
D-50	camino		M.I.	12,59%			371,35	0,04129				15,33	CL-0,50	131,081	0,0671	0,0070	0,0252	2,1770	3,7952
	4+240	D-48																	
D-51	4+300		M.D.	5,80%			412	0,04129				17,01	CL-0,50	88,999	0,0806	0,0102	0,0303	1,6712	2,6571
	4+215	ODT 4+215	Pie de Muro																
D-52	4+320		M.I.	8,20%	C-52							25,07	CD-0,50	557,194	0,0390	0,0122	0,0319	2,0570	3,3951
	4+385	Bajante	C. Desmonte																
D-53.1	4+440	Bajante y D-56	M.I.	1,94%			144	0,04129	216	0,04129	D-55 D- 56 y D- 57	108,91	CT-1,00	178,738	0,1744	0,0608	0,0762	1,7904	1,9358
	4+405	Bajante																	
D-53.2	4+405	Bajante y D-56	M.I.	28,00%					90	0,04129	D-53.1 y D-54	123,99	CT-1,50	943,437	0,0934	0,0262	0,0443	4,7337	6,9922
	4+390	D-53.2	P. Terraplén																
D-54	4+420		M.I.	13,64%	C-54							11,37	CD-0,50	718,681	0,0203	0,0062	0,0182	1,8237	4,1291
	4+405	D-53.2	C. Desmonte																
D-55	4+420		M.I.	2,94%	C-55							22,62	CD-0,50	333,770	0,0504	0,0160	0,0393	1,4164	2,0658
	4+440	Bajante	C. Desmonte																
D-56	4+485		M.I.	3,00%			200	0,04129	240	0,04129		18,17	CL-0,50	63,982	0,0935	0,0137	0,0351	1,3264	1,9580
	4+440	D-53.1																	
D-57	4+485		M.I.	8,64%	C-57							53,26	CD-0,50	571,942	0,0617	0,0198	0,0460	2,6940	3,5709
	4+440	Bajante	C. Desmonte																

Caudal máximo (l/s)	Calad o (m)	Área (m2)	Rh (m)	Velocidad m/s	Nº Froude
30,648	0,1209	0,0146	0,0428	1,7280	2,2438
187,462	0,1671	0,0558	0,0730	1,8250	2,0159
90,637	0,0560	0,0063	0,0245	0,4259	0,8124
90,485	0,0696	0,0076	0,0261	1,5404	2,6360
666,988	0,1397	0,0483	0,0814	4,5966	4,1798
90,485	0,1411	0,0312	0,0529	2,4668	2,9654
74,020	0,1399	0,0306	0,0525	2,0071	2,4225
131,081	0,0671	0,0070	0,0252	2,1770	3,7952
88,999	0,0806	0,0102	0,0303	1,6712	2,6571
557,194	0,0390	0,0122	0,0319	2,0570	3,3951
178,738	0,1744	0,0608	0,0762	1,7904	1,9358
943,437	0,0934	0,0262	0,0443	4,7337	6,9922
718,681	0,0203	0,0062	0,0182	1,8237	4,1291
333,770	0,0504	0,0160	0,0393	1,4164	2,0658
63,982	0,0935	0,0137	0,0351	1,3264	1,9580
571,942	0,0617	0,0198	0,0460	2,6940	3,5709

Proyecto de Trazado de la Bicipista del
Ibaizabal. Tramo: Erlebe – Boroa
Anejo nº4: Hidrología y Drenaje

Nombre	PK	Elemento		Pendiente J(%)	Cuenca de aporte 1	Cuenca de aporte 2	Área de aporte 3 (m²)	q _{T3} (l/m²/s)	Área de aporte 4 (m²)	q _{T4} (l/m²/s)	Otras Cunetas	Caudal de entrada total Q _e (l/s)	Tipo de cuneta	Caudal máximo (l/s)	Calad o (m)	Área (m2)	Rh (m)	Velocidad m/s	Nº Froude
D-58	4+485		M.I.	1,58%	C-58							72,52	CD-0,50	244,552	0,1296	0,0444	0,0775	1,6321	1,5350
	4+525	Bajante	C. Desmonte																
D-59	4+525	Bajante	M.I.	2,62%			252	0,04129	252	0,04129	D-58	93,33	CT-1,00	207,439	0,1556	0,0485	0,0680	1,9262	2,2045
	4+485	ODT 4+480																	
D-60	4+525		M.I.	3,85%	C-60							21,40	CD-0,50	381,680	0,0447	0,0141	0,0357	1,5195	2,3467
	4+540	Bajante	C. Desmonte																
D-61	4+570		M.I.	2,28%	C-61							55,58	CD-0,50	293,950	0,0971	0,0322	0,0639	1,7243	1,8502
	4+540	Bajante	C. Desmonte																
D-62	4+525		M.I.	1,63%			220,5	0,04129	294	0,04129	D-60 y D-61	98,22	CT-1,00	163,782	0,1734	0,0601	0,0758	1,6341	1,7721
	4+575	ODT 4+575																	
D-63	4+570		M.I.	31,54%	C-63							3,09	CT-0,30	86,985	0,0372	0,0014	0,0131	2,2342	5,2319
	4+590	Bajante	C. Desmonte																
D-64	4+575		M.I.	4,00%			31	0,04129	60	0,04129		3,76	CT-1,00	256,359	0,0431	0,0037	0,0188	1,0113	2,1995
	4+590	Bajante																	
D-65	4+620		M.I.	15,91%	C-65							21,30	CT-0,30	61,780	0,0872	0,0076	0,0308	2,8010	4,2831
	4+595	Bajante	C. Desmonte																
D-66	4+595		M.I.	1,92%			171,6	0,04129	312	0,04129		19,97	CT-1,00	177,753	0,0925	0,0171	0,0404	1,1667	1,7321
	4+650																		
D-67	4+620		M.I.	12,67%	C-67							35,72	CD-0,50	692,656	0,0424	0,0133	0,0342	2,6799	4,2447
	4+650	Bajante	C. Desmonte																
D-68	4+690		M.I.	0,54%	C-68							26,67	CT-1,00	94,239	0,1308	0,0342	0,0572	0,7793	0,9729
	4+620	Bajante	C. Desmonte																
D-69	4+620	Bajante y D-66	M.I.	2,25%			125	0,04129	300	0,04129	D-66, D- 67 y D68	99,90	CT-1,00	192,269	0,1643	0,0540	0,0718	1,8508	2,0618
	4+700	ODT 4+700																	
D-70	4+690		M.I.	3,53%	C-70							22,90	CD-0,50	365,627	0,0480	0,0152	0,0378	1,5110	2,2570
	4+730		C. Desmonte																
D-71	4+700		M.I.	2,25%			150	0,04129				6,19	CT-1,00	192,269	0,0579	0,0067	0,0253	0,9235	1,7328
	4+730																		
D-72	5+390	D-74	M.I.	5,00%			234	0,04129			D-74	24,77	CT-0,30	34,635	0,1146	0,0131	0,0405	1,8847	2,5132
	5+350		P. Terraplén																
D-73	5+390	D-75	M.D.	6,00%			900	0,01901			D-75	35,41	CT-0,30	37,940	0,1267	0,0160	0,0448	2,2066	2,7993
	5+350		P. Terraplén																

Proyecto de Trazado de la Bicipista del
Ibaizabal. Tramo: Erlebe – Boroa
Anejo nº4: Hidrología y Drenaje

Nombre	PK	Elemento		Pendiente J(%)	Cuenca de aporte 1	Cuenca de aporte 2	Área de aporte 3 (m²)	q _{T3} (l/m²/s)	Área de aporte 4 (m²)	q _{T4} (l/m²/s)	Otras Cunetas	Caudal de entrada total Q _e (l/s)	Tipo de cuneta	Caudal máximo (l/s)	Calad o (m)	Área (m2)	Rh (m)	Velocidad m/s	Nº Froude
D-74	5+450		M.I.	5,00%			366	0,04129				15,11	CL-0,50	82,601	0,0793	0,0098	0,0298	1,5341	2,4593
	5+390	D-72																	
D-75	5+470		M.D.	5,00%			963	0,01901				18,31	CL-0,50	82,601	0,0852	0,0114	0,0320	1,6095	2,4890
	5+390	D-73																	

3 Caños

Nombre	Cota aguas arriba del tubo (m)	Cota aguas abajo del tubo (m)	L tubo (m)	Máxima cota entrada (m)	Altura de agua sobre base del tubo	Cota lámina de agua en entrada (m)	Q (m³/s)	Coefficiente de pérdida en la entrada K _e	Y (rad)	S(%)	D (m)	nº Manning	Q max (m³/s)	Q _i (m³/s)	y (m)	F _c	ym (Calado equivalente) (m)	A (m²)	v (m/s)	nº Froude	Rh (m)	Y _c (rad)	A _c (m²)	v _c (m/s)	y _c (m)	y _{cm} (Calado critico medio) (m)	nº Froude _c	Rh _c	S _c (%)	Tipo Pendiente	H _c
ODT 1+710	64,90	64,81	8,91	65,38	0,40	65,30	0,12	0,50	3,37	1,01%	0,4	0,014	0,19	0,12	0,22	1,00	0,18	0,07	1,61	1,21	0,11	3,61	0,08	1,43	0,25	0,21	1,00	0,11	0,74%	Fuerte	0,350
ODT 1+860	67,23	67,17	5,99	67,71	0,21	67,44	0,04	0,50	2,32	1,00%	0,4	0,014	0,19	0,04	0,12	1,00	0,09	0,03	1,19	1,30	0,07	2,50	0,04	0,99	0,14	0,10	1,00	0,08	0,60%	Fuerte	0,187
ODT 2+010	69,32	69,14	17,61	70,28	0,77	70,09	0,61	0,50	3,12	1,02%	0,8	0,014	1,21	0,61	0,40	1,00	0,31	0,25	2,46	1,41	0,20	3,51	0,31	1,97	0,47	0,39	1,00	0,22	0,57%	Fuerte	0,670
ODT 2+250	79,81	79,33	11,13	80,77	0,32	80,13	0,12	0,50	1,59	4,31%	0,8	0,014	2,49	0,12	0,12	1,00	0,08	0,05	2,61	2,91	0,07	2,13	0,10	1,20	0,21	0,15	1,00	0,12	0,47%	Fuerte	0,279
ODT 2+525	73,69	73,50	6,74	74,89	1,15	74,84	1,42	0,50	2,85	2,82%	1,0	0,014	3,65	1,42	0,43	1,00	0,32	0,32	4,43	2,49	0,22	3,91	0,58	2,47	0,69	0,62	1,00	0,29	0,61%	Fuerte	0,998
ODT 2+690	79,72	79,65	7,78	80,44	0,68	80,40	0,39	0,50	3,64	0,90%	0,6	0,014	0,53	0,39	0,37	1,00	0,32	0,19	2,08	1,17	0,17	3,87	0,20	1,89	0,41	0,36	1,00	0,18	0,71%	Fuerte	0,589
ODT 2+885	85,09	85,02	7,79	85,81	0,61	85,70	0,32	0,50	3,36	0,90%	0,6	0,014	0,53	0,32	0,33	1,00	0,27	0,16	1,99	1,22	0,16	3,62	0,18	1,76	0,37	0,31	1,00	0,17	0,65%	Fuerte	0,528
ODT 2+930	85,68	85,61	8,01	86,28	0,32	86,00	0,09	0,50	2,58	0,87%	0,5	0,014	0,32	0,09	0,18	1,00	0,13	0,06	1,43	1,25	0,10	2,76	0,07	1,22	0,20	0,15	1,00	0,11	0,57%	Fuerte	0,279
ODT 3+520	80,56	79,52	10,34	81,28	0,43	80,99	0,18	0,50	1,92	10,06%	0,6	0,014	1,77	0,18	0,13	1,00	0,09	0,04	4,09	4,35	0,08	2,97	0,13	1,44	0,27	0,21	1,00	0,14	0,55%	Fuerte	0,379
ODT 3+570	83,41	83,31	10,03	84,13	0,40	83,81	0,16	0,50	2,57	1,00%	0,6	0,014	0,56	0,16	0,21	1,00	0,16	0,09	1,72	1,38	0,12	2,83	0,11	1,37	0,25	0,19	1,00	0,13	0,54%	Fuerte	0,350
ODT 3+660	86,40	86,33	7,38	87,12	0,43	86,83	0,18	0,50	2,71	0,95%	0,6	0,014	0,54	0,18	0,24	1,00	0,18	0,10	1,75	1,34	0,13	2,97	0,13	1,44	0,27	0,21	1,00	0,14	0,55%	Fuerte	0,379
ODT 3+810	92,30	92,23	7,38	92,78	0,27	92,57	0,06	0,50	2,68	0,95%	0,4	0,014	0,18	0,06	0,15	1,00	0,11	0,04	1,33	1,25	0,08	2,87	0,05	1,14	0,17	0,13	1,00	0,09	0,62%	Fuerte	0,239
ODT 4+130	91,43	91,34	8,91	91,91	0,45	91,88	0,14	0,50	3,65	1,01%	0,4	0,014	0,19	0,14	0,25	1,00	0,21	0,08	1,68	1,16	0,11	3,86	0,09	1,54	0,27	0,24	1,00	0,12	0,81%	Fuerte	0,391
ODT 4+215	94,55	94,48	6,58	95,03	0,16	94,71	0,02	0,50	2,00	1,06%	0,4	0,014	0,20	0,02	0,09	1,00	0,06	0,02	1,06	1,33	0,05	2,17	0,03	0,86	0,11	0,08	1,00	0,06	0,60%	Fuerte	0,145
ODT 4+480	104,93	104,86	7,26	105,41	0,44	105,37	0,13	0,50	3,61	0,96%	0,4	0,014	0,19	0,13	0,25	1,00	0,21	0,08	1,63	1,14	0,11	3,79	0,09	1,51	0,26	0,23	1,00	0,12	0,79%	Fuerte	0,380
ODT 4+575	104,30	104,23	6,87	104,78	0,45	104,75	0,14	0,50	3,66	1,02%	0,4	0,014	0,19	0,14	0,25	1,00	0,21	0,08	1,69	1,17	0,11	3,87	0,09	1,54	0,27	0,24	1,00	0,12	0,81%	Fuerte	0,393
ODT 4+590	103,62	103,53	9,10	104,10	0,46	104,08	0,14	0,50	3,73	0,99%	0,4	0,014	0,19	0,14	0,26	1,00	0,22	0,09	1,68	1,13	0,11	3,91	0,09	1,56	0,27	0,25	1,00	0,12	0,83%	Fuerte	0,399
ODT 4+700	101,59	101,50	8,92	102,07	0,45	102,04	0,14	0,50	3,67	1,01%	0,4	0,014	0,19	0,14	0,25	1,00	0,22	0,08	1,68	1,16	0,11	3,88	0,09	1,55	0,27	0,24	1,00	0,12	0,82%	Fuerte	0,394
ODT 5+350	103,40	103,32	8,24	103,88	0,25	103,65	0,05	0,50	2,53	0,97%	0,4	0,014	0,19	0,05	0,14	1,00	0,10	0,04	1,28	1,27	0,08	2,72	0,05	1,08	0,16	0,12	1,00	0,08	0,61%	Fuerte	0,217

4 Bajantes

CÁLCULO DE CUENCO DE CAÍDA VERTICAL			
Identificación		Bajante 2+250	
1. CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS			
Ancho de la bajante	B ₀	1,50	m
Espesor del labio		0,30	m
Pendiente		100,00	%
Pendiente de cálculo		1,00	T(H):1(V)
2. CARACTERÍSTICAS DEL FLUJO			
Caudal	Q	0,50	m ³ /s
Caudal por metro de anchura	q	0,33	m ³ /s/m
Altura crítica	h _c	0,22	m
3. CARACTERÍSTICAS DEL RESALTO			
Resguardo Cte		0,30	m
Resguardo		0,30	m
h _c +resguardo		0,52	m
Salto		1,80	m
Resalto aguas abajo	h'	0,11	m
Longitud del cuenco	L	1,50	m
Longitud mínima	L _{mín}	1,43	m
Longitud máxima	L _{máx}	1,58	m

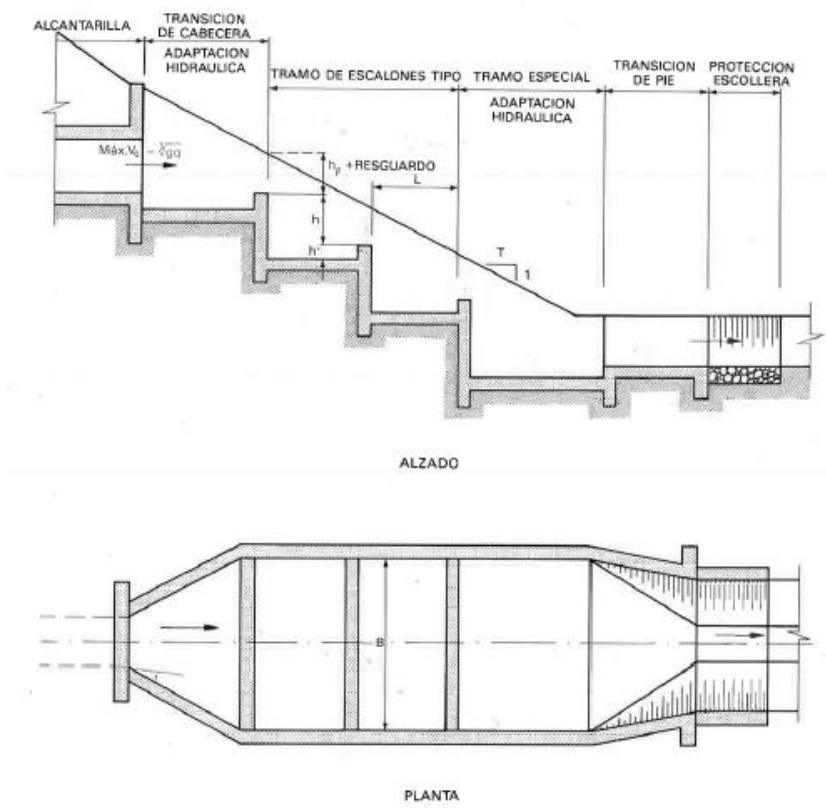


FIGURA 5.75.
ESQUEMA DE BAJANTE ESCALONADA