



PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN

SUPRESIÓN DEL PASO A NIVEL DE TORRETXXO
P.K. 37+154 DE LA LÍNEA BILBAO - DONOSTIA

ANEJO Nº 8. DRENAJE

■ CONTROL DE CALIDAD			
DOCUMENTO	ANEJO Nº 8: DRENAJE		
CÓDIGO	FM2147-PC-AX-08-DTE-Drenaje-Ed1.docx		
EDICIÓN Nº	1	Fecha edición	Junio 2024
REVISIÓN Nº		Fecha revisión	
REALIZADO POR	Nombre	JTS	Firma:
	Fecha	03/06/2024	
REVISADO POR	Nombre	ASE	Firma:
	Fecha	03/06/2024	
APROBADO POR	Nombre	JMH	Firma:
	Fecha	03/06/2024	

REGISTRO DE MODIFICACIONES

EDIC. / REV.	FECHA	RESPONSABLE MODIFICACIÓN	SECC. / PÁRRAFO MODIFICADO	MODIFICACIÓN EFECTUADA
1	Junio 2024			Edición inicial para comentarios

■ ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN	1
2. CRITERIOS DE DISEÑO	1
2.1. DETERMINACIÓN DE LOS CAUDALES ESPERADOS (QE)	1
3. HIDROLOGÍA	2
3.1. CAUDALES	2
3.1.1. CÁLCULO DE IT	
3.1.2. COEFICIENTE DE ESCORRENTÍA	
3.1.3. PERIODOS DE RETORNO ADOPTADOS	
3.1.4. DETERMINACIÓN DEL CAUDAL DE PROYECTO	
4. DRENAJE	7
4.1. ASPECTOS GENERALES	7
4.2. DRENAJE LONGITUDINAL	7
5. APÉNDICE Nº 1: PLANO DE LA CUENCA	1
6. APÉNDICE Nº 2: CÁLCULOS FLOW MASTER	2

1. INTRODUCCIÓN

En el presente anejo se estudiarán las características del ámbito de actuación desde el punto de vista hidrológico y de cálculo de caudales.

A partir de la observación visual realizada en campo, se analizará la situación y el estado de los elementos de la red.

Los datos y resultados del cálculo del caudal son los siguientes:

- Superficie de cuenca: 0.015992 Km²
- Periodo de retorno: 25 años
- Tiempo de concentración: 14 minutos
- Coeficiente de escorrentía: 0,7 -1
- Caudal: 0,47 m³/s

En los siguientes apartados, se desarrolla el cálculo del caudal y dimensionamiento de tubos y cunetas. Una vez obtenido el caudal mayorado, se ha comprobado que la cuneta existente de 1 m de ancho y 15 cm de profundidad, es capaz de evacuar el agua con un periodo de retorno de 25 años. Se dará continuidad a esa cuneta en la zona de paso inferior/aletas con 3 colectores de diámetro 315 mm embebidos en la estructura, devolviendo aguas abajo el agua a la cuneta.

2. CRITERIOS DE DISEÑO

A continuación se adjunta una tabla comparativa en función de los criterios de diseño que se han seguido a la hora de dimensionar los elementos de drenaje.

2.1. DETERMINACIÓN DE LOS CAUDALES ESPERADOS (QE)

Al tratarse de una cuenca 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 y de las normas BAT, 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:

$$Q_e = \frac{I_t \cdot S \cdot C}{3,6}$$

Siendo:

I_t : Intensidad de lluvia en mm/h (correspondiente a un tiempo de concentración)

S: Superficie de la cuenca en Km²

C: Coeficiente de escorrentía

Q_e : Caudal en m³/s

3. HIDROLOGÍA

La orografía de la zona da lugar a la proliferación de cuencas que encierran desniveles importantes y permiten adivinar los cursos de agua que en ellas originan las precipitaciones. Las cuencas de aportación así como la medición de sus superficies, se ha llevado a cabo sobre cartografía a escala E: 1/1000 y 1/500 de la Diputación Foral de Bizkaia (DFB), así como un levantamiento en detalle a escala 1/500.

En el "Apéndice 5.1: Plano de la cuenca" se representa la zona de aporte de agua.

3.1. CAUDALES

Para la determinación del caudal se han utilizado las normas BAT de la DFB como se menciona en el punto anterior.

3.1.1. CÁLCULO DE IT.

La aplicación de las normas BAT simplifica el cálculo de la intensidad de lluvia a considerar. Estas normas tienen ya en cuenta las características del territorio y las series de datos recogidos por los servicios de meteorología de la zona, por lo que la intensidad de lluvia pasa a depender de dos únicos factores que son el Periodo de retorno (T_r) y el Tiempo de concentración (T_c).

El tiempo de concentración se calcula mediante la fórmula:

$$T_c = 0,3 \cdot \left(\frac{L}{J^{1/4}} \right)^{0,76}$$

Siendo:

- T_c : Tiempo de concentración en horas.
- L : Longitud de cuenca interceptada en Km.
- J : Pendiente media de la cuenca en tanto por uno.

En el caso considerando, con una longitud de cuenca de 400 m, zona comprendida entre el punto alto del camino Errotatxo y el cajón, con una pendiente media del 8,9% se obtiene un tiempo de concentración de 14 minutos.

Con el valor de T_c entramos en la tabla propuesta en las normas BAT, para hallar directamente el valor de la Intensidad Máxima para el periodo de retorno considerado.

Entrando en la tabla que aparece a continuación obtenemos I_{max} en función de estos valores:

TIEMPO DE CONCENTRACIÓN (Horas y minutos)	PERIODO DE RETORNO T_r (AÑOS)					
	10	25	50	100	250	500
24 h.	6	7	8	9	10	11
12 h.	9	11	12	14	16	17
9 h.	11	13	15	17	19	21
6 h.	14	17	19	22	24	27
5 h.	16	19	22	24	27	30
4 h.	18	22	25	28	31	34
3 h.	21	26	29	33	37	41
2 h. 30 m.	23	29	32	36	41	45
2 h.	27	32	37	41	47	51
1 h. 45 m.	29	35	40	44	50	55
1 h. 30 m.	31	38	43	48	55	60
1 h. 20 m.	33	40	46	51	58	64
1 h. 10 m.	36	43	49	55	63	68
1h.	30	47	53	60	68	74
50 m.	42	52	59	66	75	81
40 m.	47	58	66	73	84	91
30 m.	55	67	76	85	96	105
25 m.	60	73	83	92	105	115
20 m.	66	81	92	103	117	127
15 m.	76	92	105	117	133	145
10 m.	91	111	125	140	159	174

Con una pendiente media del 9% y una longitud de cuenca de 400 m, obtenemos un tiempo de concentración menor a 14 minutos. Con ese valor y mediante el gráfico siguiente obtenemos la Intensidad máxima de lluvia con un periodo de retorno de 25 años, que es 98 mm/h.

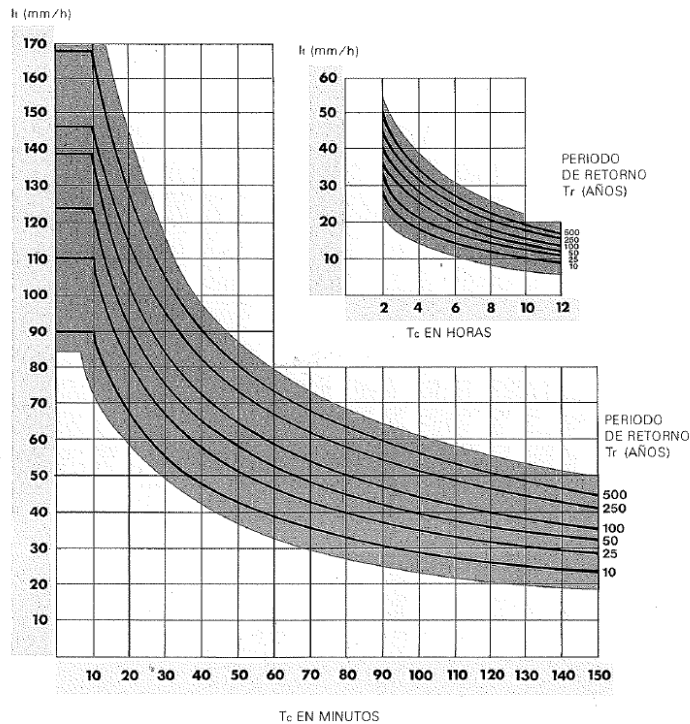


Figura nº 1. Gráfico de máxima intensidad de precipitación.

3.1.2. COEFICIENTE DE ESCORRENTÍA

Según las normas BAT:

TIPO DE SUELO	C
Pavimentos y zonas urbanas intensivas	0,8 - 1
Zonas urbanas residenciales. Terrenos impermeables, vegetación escasa.	0,7 - 0,9
Terrenos permeables, vegetación escasa. Terrenos impermeables, vegetación densa.	0,6 - 0,8
Terrenos permeables, vegetación densa. Terrenos impermeables, bosque frondoso.	0,5 - 0,7
Terrenos permeables, bosque frondoso.	0,4 - 0,6

Para este estudio se coge el valor de $C=0,9$ para superficies pavimentadas y $C=0,7$ cuando el agua es recogida por el terreno.

3.1.3. PERIODOS DE RETORNO ADOPTADOS

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

Elemento de drenaje	Instrucción 5.2.-IC	BAT		Confederación Hidrográfica del Norte III	Dirección de Aguas del Gobierno Vasco	Periodos de retorno adoptados
Cauces principales	500 años	500 años		500 años	500 años	500 años
Cauces secundarios	100 años	S= 5 – 50 m ²	250 años	500 años	500 años	250 años
		S=0,75 – 5 m ²	100 años			
Drenaje longitudinal	25 años	25 años		-	-	25 años

Las condiciones de funcionamiento de los elementos de drenaje longitudinal pueden verse alteradas por su obstrucción debida a cuerpos arrastrados por la corriente, plásticos o aterramientos. Para evitarlo se necesita un adecuado diseño, un cierto sobredimensionamiento y una eficaz conservación. Por este motivo se adoptará un período de retorno de 25 años.

3.1.4. DETERMINACIÓN DEL CAUDAL DE PROYECTO

Para la determinación de los caudales de proyecto multiplicaremos el caudal estimado, obtenido por el método racional, por un coeficiente de mayoración K_p , que no depende de parámetros hidrológicos, sino de posibles daños que una avenida puede ocasionar en el entorno.

El parámetro k_p se halla entrando en las tablas siguientes:

CLASIFICACIÓN DE LOS POSIBLES DAÑOS	
A	Inundación de vegas agrícolas por elevación de la lámina de agua con la velocidad de corriente < 1 m/seg.
B	Inundación de granjas, instalaciones industriales y viviendas aisladas, por elevación de la lámina de agua con la velocidad de corriente > 1 m/seg.
C	Inundaciones de áreas urbanas y suburbanas con arrastre de vehículos y corte de las vías de comunicación.
D	Inundación catastrófica con arrastre de árboles y animales, importantes daños materiales y peligro de vidas humanas.

TABLA DE COEFICIENTES DE MAYORACIÓN Kp

OBRA DE DRENAJE	COEFICIENTE DE MAYORACIÓN Kp			
	DAÑOS A	DAÑOS B	DAÑOS C	DAÑOS D
Sumideros, cunetas, colectores, caños y obras con sección de desagüe inferior a 0,75 m ²	1 – 1,2	1 – 1,2	-	-
Sumideros, cunetas, colectores, caños y obras con sección de desagüe entre a 0,75 m ² y 5m ² .	1 – 1,2	1 – 1,2	1,1 – 1,3	1,2 – 1,4
Pontones, puentes y obras de drenaje con sección de desagüe entre a 5 m ² y 50m ² .	1 – 1,2	1,1 – 1,3	1,2 – 1,4	1,3 – 1,5

En el cálculo se ha mayorado con el coeficiente de seguridad de Kp=1,1.

Teniendo en cuenta lo descrito en los apartados anteriores, se obtiene un caudal de 0,37 m³/s que una vez aplicado el coeficiente de mayoración, obtenemos un caudal de diseño de Qe=0,4072 m³/s.

4. DRENAJE

4.1. ASPECTOS GENERALES

En este apartado se trata de definir los elementos de drenaje necesarios para asegurar la correcta evacuación de las aguas pluviales en la zona afectada por el "Proyecto de Construcción de la supresión del paso a nivel de Torretxo. P.K. 37+154 de la línea Bilbao - Donostia" en la provincia de Bizkaia, detallando la metodología utilizada y los cálculos realizados para tal fin.

Se ha comprobado el dimensionamiento de la cuneta existente de 1 m de ancho y 15 cm de altura, con el aporte de agua de la cuenca mostrada en el apéndice 1. Para ello, en los apartados anteriores se ha obtenido el caudal de diseño mayorado, utilizando las normas BAT de la DFB. A partir de este caudal de diseño se ha comprobado mediante el programa FlowMaster, que la sección de la cuneta existente de 1 m cumple los parámetros.

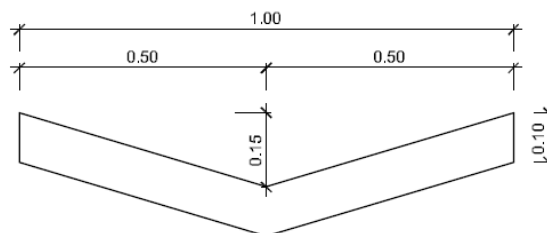
Para atravesar la estructura del cajón hincado, la cuneta de 1 m desemboca en un arquetón, de la que salen 2 tubos de 315 mm de diámetro. Se recoge el dimensionamiento de estos colectores con el FlowMater en el apéndice 2 del presente anejo.

En el lateral derecho de la calzada, entre acera y talud se ha proyectado una cuneta de 0,5 m de ancho, que recogerá las aguas de escorrentía de ese talud y que desembocará en una arqueta, atravesando la estructura en otro colector de diámetro 315 mm.

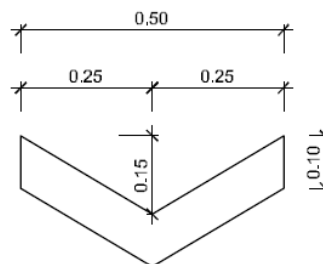
Una vez atravesado el cajón los tres tubos de diámetro 315 mm acabarán en un arquetón que mediante un tubo de diámetro 500 mm interceptará la cuenta de 1 m del borde izquierdo de calzada, vertiendo en la misma el aporte de agua.

4.2. DRENAJE LONGITUDINAL

En el borde de calzada, lado izquierdo según avance de PK se ejecutará cuneta de hormigón de 1m de ancho.

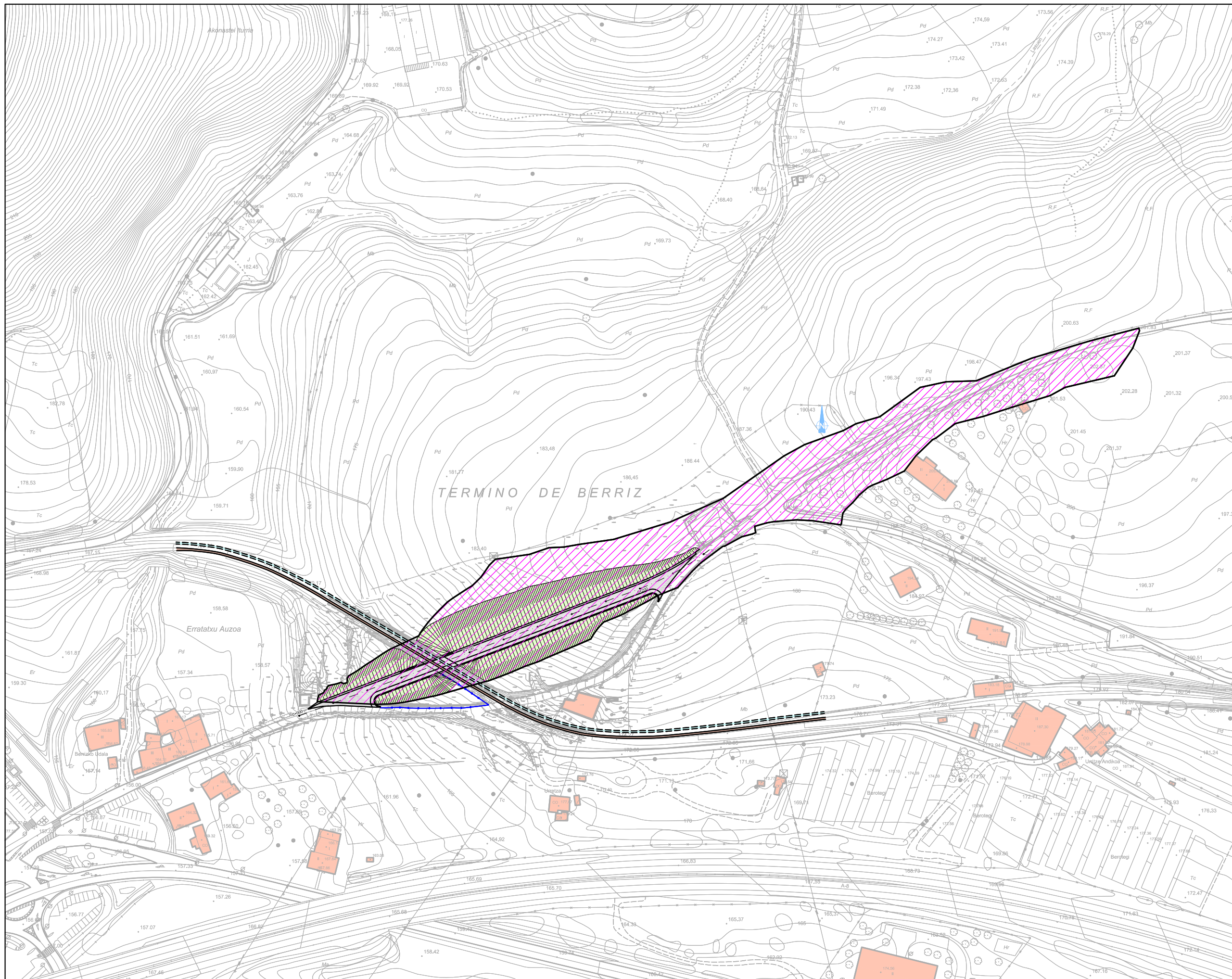


En el lado de la acera, se ejecutará una cuneta de 0,5m de ancha.





5. APÉNDICE Nº 1: PLANO DE LA CUENCA



OHARRAK :
 NOTAS :
 [Pink hatched area] CUENCA DE APORTACIÓN AL NUEVO CAMINO ERROTATXO. 15.992m2

REV.	CLASE DE MODIFICACIÓN	DIC-17	FECHA	NOMBRE	COMP.	OBRA
BERRIKUSPENAK / REVISIONES						
AHOLKULARIA / CONSULTOR			INGENIARI EGILEA INGENIERO AUTOR			
[TPSA Logo]						
AHOLKULARIA ERREFERENTZIA REFERENCIA CONSULTOR			ERREFERENTZIA REFERENCIA			



6. APÉNDICE Nº 2: CÁLCULOS FLOW MASTER

Colector I-2

Worksheet for Circular Channel

Project Description

Worksheet	Colector I
Flow Element	Circular Channel
Method	Manning's Form
Solve For	Full Flow Diameter

Input Data

Mannings Coeff	0.010
Slope	1.5000 %
Discharge	1.2439 m ³ /s

Results

Depth	0.44 m
Diameter	438 mm
Flow Area	0.2 m ²
Wetted Perimeter	0.00 m
Top Width	0.00 m
Critical Depth	0.35 m
Percent Full	100.0 %
Critical Slope	1.5268 %
Velocity	1.62 m/s
Velocity Head	0.13 m
Specific Energy	0.57 m
Froude Number	0.00
Maximum Discharge	1.2624 m ³ /s
Discharge Full	1.2439 m ³ /s
Slope Full	1.5000 %
Flow Type	N/A

Cuneta Tronco Margen Derecho - CD07

Worksheet for Triangular Channel

Project Description

Worksheet	Cuneta Tronco Central
Flow Element	Triangular Channel
Method	Manning's Formula
Solve For	Discharge

Input Data

Mannings Coeffic	0.013
Slope	1.0000 %
Depth	0.15 m
Left Side Slope	3.33 H : V
Right Side Slope	3.33 H : V

Results

Discharge	0.2439 m ³ /s
Flow Area	0.1 m ²
Wetted Perim	1.04 m
Top Width	1.00 m
Critical Depth	0.26 m
Critical Slope	0.3484 %
Velocity	3.26 m/s
Velocity Head	0.54 m
Specific Enerç	0.69 m
Froude Numb	3.80
Flow Type	supercritical
