

ANEJO Nº 7.

CLIMATOLOGÍA, HIDROLOGÍA Y DRENAJE

ÍNDICE

1	CLIMATOLOGÍA.....	1
1.1	DESCRIPCIÓN GENERAL	1
1.2	PLUVIOMETRÍA	1
1.3	RÉGIMEN TÉRMICO	4
1.4	OTRAS VARIABLES CLIMÁTICAS	9
1.5	CLASIFICACIÓN CLIMÁTICA	10
1.6	DÍAS ÚTILES DE TRABAJO.....	12
2	HIDROLOGÍA.....	14
2.1	OBJETO	14
2.2	NORMATIVA.....	14
2.3	DESCRIPCIÓN DE LA RED HIDROGRÁFICA	14
2.4	DESCRIPCIÓN DE LAS CUENCAS INTERCEPTADAS	17
2.5	OTRAS CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DE LAS CUENCAS INTERCEPTADAS	18
2.6	CÁLCULO DE CAUDALES MÁXIMOS DE ESCORRENTÍA	21
3	DRENAJE	29
3.1	PERIODOS DE RETORNO	29
3.2	PUNTOS DE VERTIDO	29
3.3	DRENAJE LONGITUDINAL.....	29
3.4	DRENAJE TRANSVERSAL	35
3.5	DRENAJE PROFUNDO	39
3.6	BAJANTES.....	40
3.7	DRENAJE DEL DEPÓSITO DE SOBRANTES	43

APÉNDICES

APÉNDICE Nº 1: PLANO DE CUENCAS

APÉNDICE Nº 2: USOS DEL SUELO

APÉNDICE Nº 3: CAPACIDAD HIDRÁULICA DE LAS CUNETAS

APÉNDICE Nº 4: COMPROBACIÓN HIDRÁULICO ODTs

APÉNDICE Nº 5: DIMENSIONAMIENTO HIDRÁULICO DE BAJANTES ESCALONADAS

APÉNDICE Nº 6: ESTUDIO HIDRÁULICO ESTRUCTURA REGATA MUNIBERREKA

1 CLIMATOLOGÍA

En este anejo se describen los aspectos fundamentales relativos a la climatología del emplazamiento. La información climática es uno de los factores físicos que definen y caracterizan una región, e inciden en procesos relevantes como la formación de suelo, evolución de la vegetación, etc..., factores que definen en gran medida el relieve del entorno. También tiene una incidencia constructiva directa ya que influye notablemente en las distintas unidades de obra que se ejecutan al aire libre como son movimientos de tierras, hormigonados, asfaltados, etc...

Para definir la climatología de la zona se ha partido de los datos obtenidos de la principal Estación Meteorológica existente en el área de estudio: Derio, que cuenta con una serie moderadamente larga de registros (desde el año 2002, 20 años, 19 de ellos completos). Para complementarla y ajustar más los datos al ámbito de estudio, también se han analizado datos de otra estación próxima. Sin embargo, en este caso, y dadas las características de la estación cercana a Markina, sus datos solo han servido para confirmar las tendencias y resultados de la estación principal sin que se hayan utilizado sus datos como tales. Esta estación es:

la Estación de Eitzaga (Zaldibar) - cercana a la zona de proyecto, en el mismo ámbito con respecto a la costa y a una altitud similar, pero que cuenta tan solo con una serie muy breve de registros (comienzan en 2012 y finalizan en febrero de 2020), lo que permite obtener datos de fenómenos máximos y mínimos en ese periodo, pero por el contrario solo puede usarse como referencia orientativa de datos medios de la zona, por la brevedad y no continuidad de la serie (registro incompleto y sesgado).

Las coordenadas de localización de estas estaciones son las que se muestran en la siguiente tabla.

ESTACIÓN	LOCALIZACIÓN (UTM)			
	PROVINCIA	LATITUD	LONGITUD	COTA (m)
Derio	Bizkaia	43.2931	-2.87342	30
Eitzaga	Bizkaia	43.1761	-2.50096	270

Los datos de las dos estaciones están disponibles en la página web de Euskalmet.

Los parámetros del clima necesarios no registrados en las estaciones se han extraído del *Atlas Nacional de España, Sección II, Climatología*, editado por la Dirección General del Instituto Geográfico Nacional del Ministerio de Obras Públicas y Transportes (1992) y de datos obtenidos de la Agencia Estatal de Meteorología (AEMET), así como de registros generales de la antigua estación de Sondika, con un registro antiguo pero muy amplio (31 años finalizando en 1.997).

1.1 DESCRIPCIÓN GENERAL

La zona en estudio se sitúa en la zona Vasco-Cantábrica, en el denominado dominio climático "Templado Oceánico", con las características que proporciona su cercanía al mar, encontrándose inmersa además en el área afectada por la circulación general del oeste, con las familias de borrascas que se suceden a lo largo del año.

Este flujo motiva la existencia de dos estaciones bien marcadas, separadas de otras de transición. En invierno, el flujo del oeste adquiere gran nitidez y potencia, las ondulaciones del frente polar Atlántico se desplazan con facilidad por el Cantábrico hasta el occidente europeo. Durante el verano, la situación tiene una variación al estar delimitado el flujo del oeste y discurrir el mismo por latitudes más altas, ocupando el lugar de influencia el anticiclón subtropical de Las Azores.

1.2 PLUVIOMETRÍA

Los datos utilizados para el estudio de la pluviometría de la zona provienen de la Estación Meteorológica de Derio, que cuenta con datos desde 2002 hasta la fecha.

Estos datos se han comparado, a nivel de valores medios obtenidos, con los procedentes de la Estación de Eitzaga, que cubre un periodo bastante más corto, solo como confirmación de que las tendencias que determinan los registros de la estación de Derio se ajustan suficientemente al ámbito de estudio, situado en Markina, a cota 90 sobre el nivel del mar, hacia el Este de la Estación de Derio y en una zona de influencia costera bastante similar.

DERIO	PERIODO DE TIEMPO	Nº DE REGISTROS COMPLETOS
Precipitación total mensual	2002 – 2021	19
Precipitación máxima al mes	2002 – 2021	19

Se presentan las tablas resumen de registros de ambas estaciones, pero las conclusiones, por la brevedad y sesgo de la serie, se obtienen solo con los valores de Derio tras una mera comparación con Eitzaga.

La precipitación comprende el agua que cae procedente de las nubes, cualquiera que sea su forma. En climas como el que se encuentra la actuación objeto de proyecto, la casi totalidad de las precipitaciones son en forma de lluvia, pudiéndose desestimar las que se producen en forma de granizo y nieve.

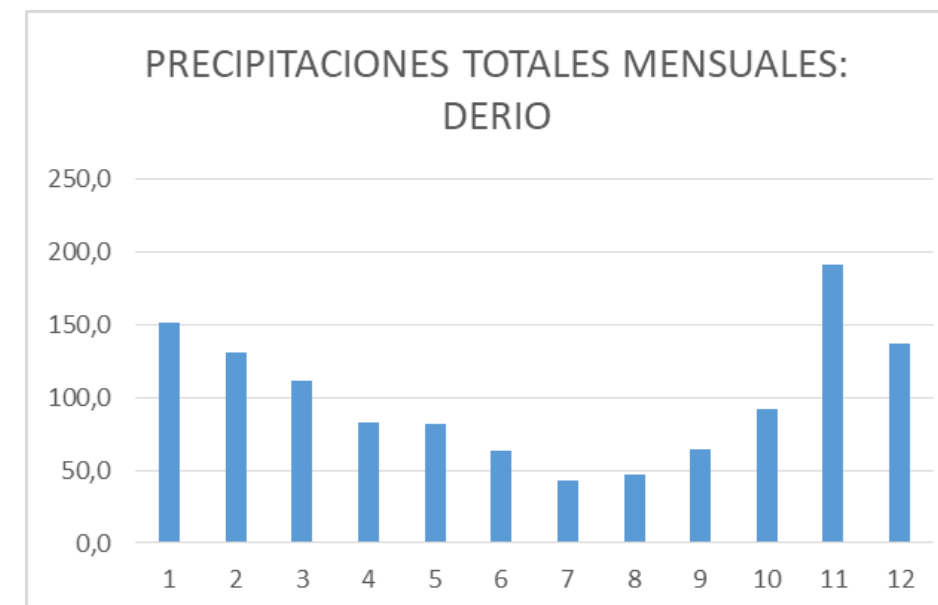
Los meses con más días de lluvia por término medio son abril, mayo, noviembre, y diciembre, con más de 16 días de media, y el de menos días es julio, con 12,67. La lluvia es, por lo tanto, frecuente durante todos los meses del año.

La precipitación en forma de nieve se produce casi únicamente entre diciembre y marzo, ambos inclusive. Otros fenómenos como el granizo predominan entre noviembre y mayo, y las tormentas se concentran entre abril y noviembre.

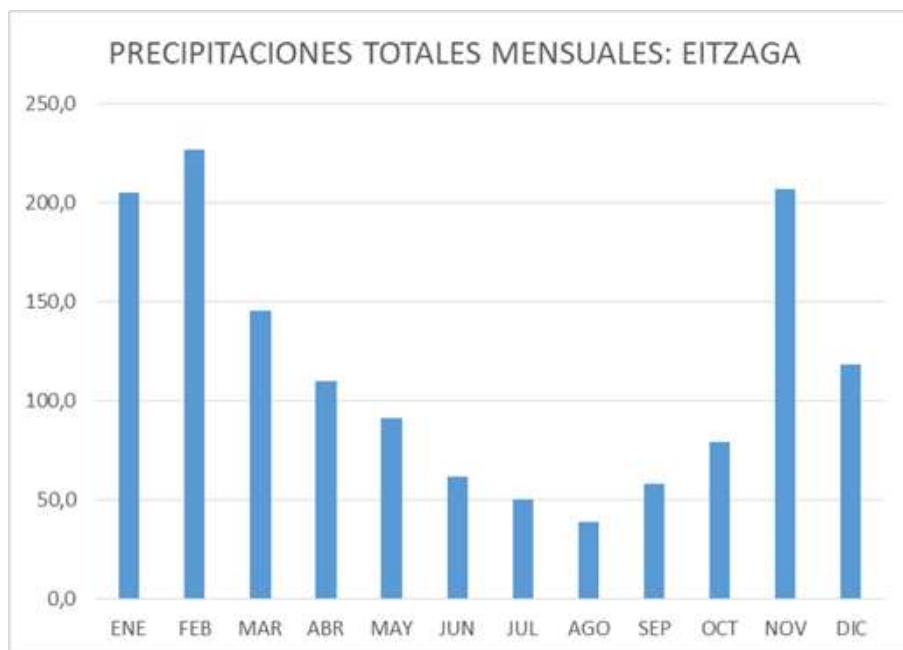
	NÚMERO MEDIO DE DÍAS												AÑO
	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	
Lluvia	15,58	14,17	14,87	16,70	16,83	13,47	12,67	13,97	13,52	15,08	16,07	16,36	179,29
Nieve	0,69	0,93	0,42	0,05	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,08	0,46	2,63
Granizo	0,81	0,87	0,73	0,75	0,37	0,08	0,25	0,02	0,03	0,17	0,49	0,46	5,03
Tormenta	0,98	1,03	0,98	1,80	2,45	2,60	2,57	2,62	2,08	1,35	1,14	0,76	20,36

A continuación, se incluyen las tablas con los datos relativos a las precipitaciones lluviosas, las cuales han servido de base para la realización de los gráficos que se adjuntan con posterioridad. Se marcan en color gris las celdas con ausencia de datos o de probable no fiabilidad (que no se han tenido en cuenta).

DERIO													
PRECIPITACIONES TOTALES MENSUALES (mm)													
AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	TOTAL AÑO
2 002	60,7	95,8	21,1	93,6	146,1	46,8	64,0	146,9	28,1	113,7	147,6	273,8	1 238,20
2 003	180,5	105,2	45,4	49,8	136,6	69,5	27,2	33,3	83,4	168,2	139,5	185,3	1 223,90
2 004	213,9	109,4	121,2	92,1	54,5	22,0	53,2	28,9	39,1	77,5	193,7	156,3	1 161,80
2 005	74,3	103,2	53,3	175,3	88,4	14,0	18,8	61,9	78,2	58,5	241,3	156,4	1 123,60
2 006	79,7	74,2	118,8	53,7	69,5	47,3	47,7	50,5	76,2	100,8	129,0	105,7	953,10
2 007	148,6	106,7	202,4	75,1	76,3	35,9	20,9	146,2	62,3	70,3	72,1	55,7	1 072,50
2 008	65,1	33,3	207,8	101,5	121,3	110,0	20,2	43,3	64,0	229,3	242,5	137,9	1 376,20
2 009	184,7	79,7	106,9	94,5		28,0	31,9	30,1	90,4	62,7	199,6	105,1	1 013,60
2 010	194,2	53,6	46,2	38,8	86,6	232,5	26,3	28,4	54,0	106,5	237,6	145,3	1 250,00
2 011	22,7	128,6	92,5	28,5	29,3	31,0	97,0	35,2	31,0	39,2	223,1	174,2	932,30
2 012	123,8	91,0	44,7	151,5	62,3	23,6	26,5	7,0	49,6	112,6	110,2	110,8	913,60
2 013	336,4	293,0	83,4	118,5	159,5	123,4	29,0	34,2	57,3	52,0	332,6	57,4	1 676,70
2 014	222,0	100,2	167,0	46,7	70,9	24,3	63,8	24,3	35,1	22,4	142,9	185,3	1 104,90
2 015	92,7	341,5	168,5	55,0	60,8	26,4	33,4	56,2	39,2	79,0	191,3	11,4	1 155,40
2 016	119,2	339,0	218,1	53,0	62,7	49,9	55,1	10,6	92,5	16,4	219,0	33,8	1 269,30
2 017	212,1	99,7	137,0	75,8	67,5	71,9	73,9	68,5	145,3	28,2	190,6	279,9	1 450,40
2 018	282,8	292,1	132,8	148,8	77,2	43,4	62,1	44,3	9,4	147,3	72,4	35,5	1 348,10
2 019	246,2	37,8	70,1	99,6	65,1	29,4	44,6	39,7	92,4	118,9	373,0	106,3	1 323,10
2 020	33,1	45,0	150,6	52,4	54,3	111,2	26,1	32,0	77,8	197,5	40,7	286,5	1 107,20
2 021	143,2	94,7	41,6	48,3	61,8	120,0	35,0	22,2	82,1	47,7	335,3		1 031,90
Promedio mes	151,8	131,2	111,5	82,6	81,6	63,0	42,8	47,2	64,4	92,4	191,7	137,0	1197,22



EITZAGA (ZALDIBAR)													
PRECIPITACIONES TOTALES MENSUALES (mm)													
AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	TOTAL AÑO
2 002													
2 003													
2 004													
2 005													
2 006													
2 007													
2 008													
2 009													
2 010													
2 011													
2 012	105,1	96,9	67,1	199,9	80,7	30,4	28,5	18,7	61,1	184,3	154,4	108,1	1 135,20
2 013	359,6	388,3	141,3	160,3	173,3	124,3	22,5	29,8	38,6	36,9	337,6	54,2	1 866,70
2 014	195,9	125,9	190,7	53,0	68,0	33,7	80,6	32,9	64,2	6,4	106,2	233,1	1 190,60
2 015	247,5	389,5	145,2	58,7	80,9	56,0	36,9	67,4	53,3	87,9	178,3	14,4	1 416,00
2 016	141,1	385,5	302,1	92,1	66,2	47,7	46,6	21,7	74,1	22,4	198,7	17,6	1 415,80
2 017	205,1	111,2	132,1	63,3	81,7	68,9	49,9	43,0	77,2	45,5	173,9	285,3	1 337,10
2 018	283,6	271,1	139,2	171,6	76,5	96,3	75,5	39,5	27,8	141,0	87,6	60,2	1 469,90
2 019	263,9	45,6	47,9	82,6	101,7	37,6	60,7	57,4	71,5	111,4	420,5	174,8	1 475,60
2 020	43,6												
2 021													
Promedio mes	205,0	226,8	145,7	110,2	91,1	61,9	50,2	38,8	58,5	79,5	207,2	118,5	1393,18



La precipitación total anual se sitúa en los 1.197,22 mm.

Por lo que se refiere a los registros mensuales, las precipitaciones son frecuentes en cualquier época del año, y presentan máximos mensuales durante los meses de noviembre y enero, con promedios de 191,7 mm, 151,8 mm respectivamente, y mínimos en los meses de verano, con 42,8 mm en julio y 47,2 mm en agosto.

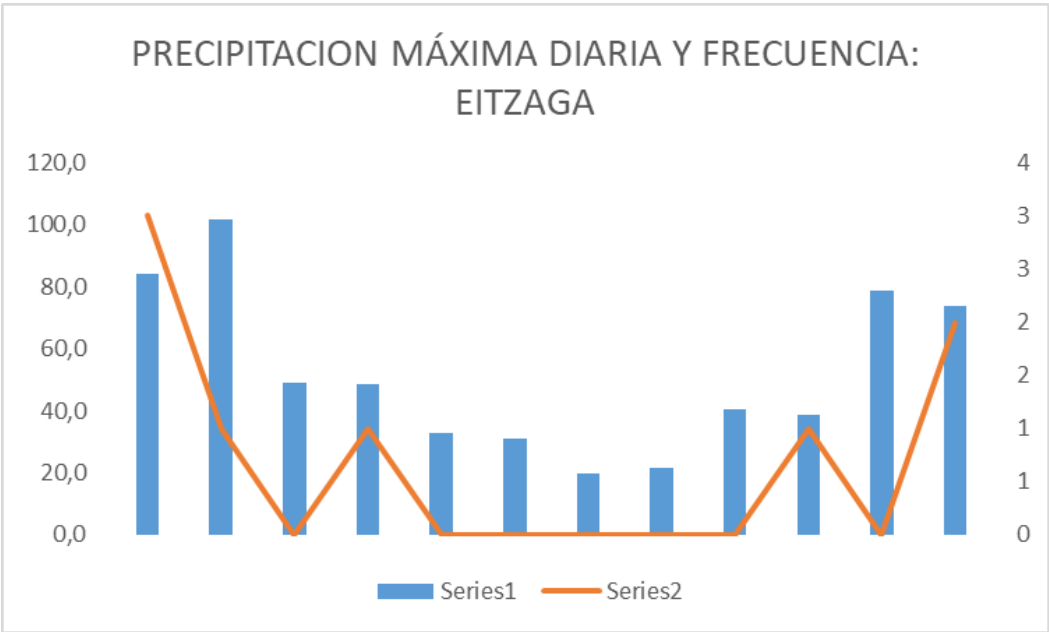
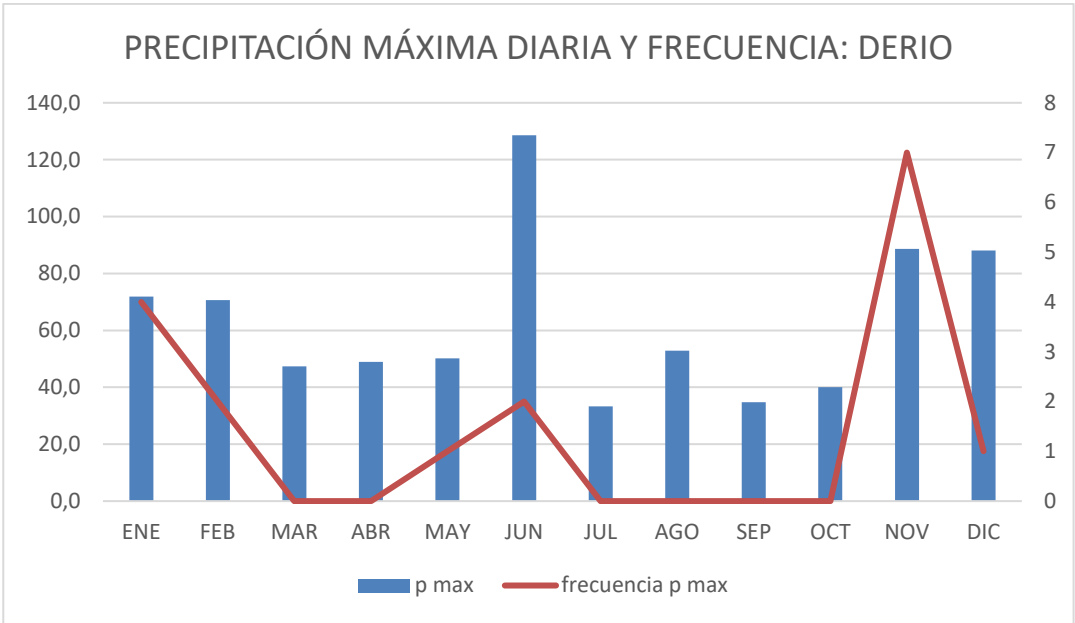
Estudiando las tablas correspondientes al total de las precipitaciones anuales en el período comprendido entre 2002 y 2021 se comprueba que la precipitación máxima se registró en el año 2013, en el que se alcanzó el valor de 1.676,7 mm. Años húmedos fueron también 2008, 2017, 2018, y 2019, alcanzándose valores totales de precipitación anual superiores a los 1.300 mm en todos ellos. Casi la totalidad de los 19 años de la serie de registros completos supera los 1.000 mm de precipitación total anual. Los años más secos fueron 2006, 2011 y 2012 por debajo de los 1.000 mm de registro total anual (tan solo se recogieron 953, 932, y 914 mm respectivamente). La diferencia entre el valor más alto y el más bajo es de 763 mm, lo que da una idea de la dispersión que presenta la serie.

Estos datos, completos y procedentes de una serie razonablemente amplia, son totalmente coherentes con los valores medios obtenidos en la Estación de Eitzaga para los últimos 8 años, si bien se puede apreciar que la tendencia en esta última estación es ligeramente al alza con respecto a los valores de precipitación obtenidos en Derio (la precipitación media anual es de 1393,18 mm. y los meses de máxima precipitación son, además de noviembre y enero, como en Derio, también febrero). Conviene destacar que los registros disponibles de Eitzaga corresponden a los años más húmedos de la serie de Derio, lo que justifica ese valor medio algo superior. Los máximos anuales coinciden en los mismos años que en la Estación de Derio (en Eitzaga todos los años desde 2013 superan los 1.300 mm anuales).

La distribución mensual de precipitaciones es menos clara en la serie de Eitzaga, probablemente por lo reducido de la serie disponible, que además, como ya se ha dicho, coincide con años húmedos dentro del registro general.

En cuanto a las precipitaciones máximas diarias, analizando estos valores máximos diarios se tiene:

DERIO													
PRECIPITACIÓN MÁXIMA (mm)													
AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	MAX ANUAL
2 002	17.7	25.7	3.4	21.2	28.4	16.4	19.6	52.9	9.7	40.0	30.4	88.1	88.1
2 003	29.9	28.2	25.0	15.9	41.9	15.6	10.8	17.0	29.7	25.0	39.2	30.9	41.9
2 004	53.9	29.5	19.2	19.5	11.1	8.8	27.3	6.8	4.1	31.8	69.2	36.5	69.2
2 005	15.5	22.2	15.4	27.7	49.6	7.9	6.9	31.9	24.4	15.8	51.1	33.8	51.1
2 006	13.7	26.2	41.8	15.6	27.9	22.9	15.8	14.9	18.4	27.8	76.0	26.6	76.0
2 007	45.3	24.5	35.3	13.1	14.8	14.7	5.7	37.7	12.7	16.2	14.2	16.7	45.3
2 008	16.7	13.3	31.7	30.2	50.2	78.9	5.7	13.4	26.6	32.7	36.8	23.7	78.9
2 009	48.6	18.0	24.4	29.1		8.2	9.1	8.2	20.9	15.5	33.1	18.1	48.6
2 010	55.7	10.1	10.6	15.4	29.2	128.6	13.6	9.0	13.6	28.6	33.6	28.6	128.6
2 011	5.6	28.5	45.6	7.3	10.7	11.6	24.5	10.7	20.7	18.2	88.7	35.1	88.7
2 012	23.1	14.4	10.3	32.7	32.9	12.3	11.1	3.4	21.0	21.5	33.6	30.4	33.6
2 013	50.0	56.0	18.4	20.5	25.1	27.8	17.6	16.8	18.4	12.6	34.3	17.1	56.0
2 014	28.3	21.5	43.6	16.1	23.0	7.2	11.6	6.9	13.1	8.7	48.8	27.6	48.8
2 015	24.4	33.6	30.6	13.7	26.0	8.2	11.5	22.0	14.5	22.2	52.0	3.8	52.0
2 016	16.0	70.6	34.5	17.5	20.4	10.9	28.0	2.6	28.0	9.5	58.8	16.0	70.6
2 017	71.9	26.9	47.4	16.1	20.2	17.5	33.3	17.7	34.8	7.9	41.8	34.0	71.9
2 018	49.8	44.6	19.2	48.9	19.5	9.0	23.8	9.0	3.8	40.1	20.5	10.2	49.8
2 019	36.1	20.1	16.8	20.0	14.0	9.6	18.8	14.3	39.0	43.6	50.6	24.6	50.6
2 020	6.9	13.4	32.9	10.3	23.6	40.3	17.3	18.1	42.3	35.2	10.3	39.7	42.3
2 021	25.2	32.7	24.2	19.2	16.8	28.4	9.2	15.4	18.9	25.0	54.6		54.6
Máxima mes	71.9	70.6	47.4	48.9	50.2	128.6	33.3	52.9	42.3	43.6	88.7	88.1	128.6
Frecuencia	4	2	0	0	1	2	0	0	1	0	9	1	20



Analizando las precipitaciones máximas diarias, oscilan entre los 33 y los 128 mm y el mes en el que existe mayor probabilidad de que se produzcan las mayores precipitaciones es noviembre, seguido de enero y junio, pero con una frecuencia que casi dobla la de estos últimos.

Son junio, noviembre y diciembre los meses donde la magnitud de la precipitación máxima recogida en 24 horas presenta mayores valores.

La comparación con los datos de Eitzaga ofrece mayor dispersión, probablemente por la brevedad de la serie de registros. En consecuencia, no se pueden extraer conclusiones de las frecuencias de precipitaciones máximas en 24 horas en Eitzaga. Además, los resultados que parecen deducirse difieren considerablemente del patrón generalizado de precipitaciones en otras estaciones del Bizkaia con una serie lo suficientemente larga de registros, lo que lleva a descartar sus datos en lo que a precipitaciones máximas diarias se refiere.

1.3 RÉGIMEN TÉRMICO

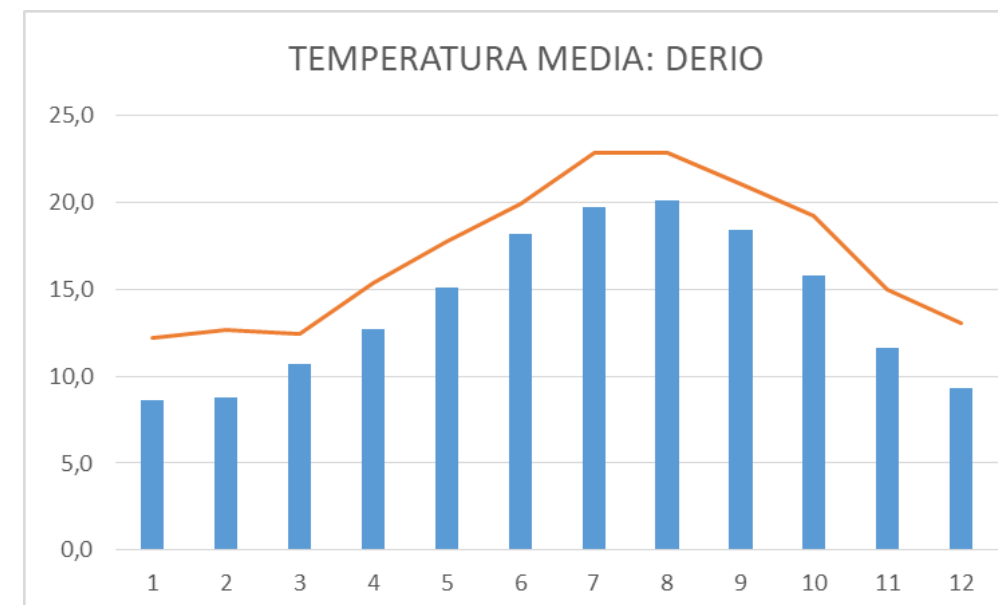
Los datos utilizados para el estudio del régimen térmico de la zona, más uniformes en su distribución espacial que los pluviométricos, provienen de la Estación Meteorológica de Derio, y de la Estación de Eitzaga, esta última más próxima al emplazamiento, pero con un registro bastante reducido (tan solo 8 años) y detenido en febrero de 2020. Por este motivo, se presentan las tablas resumen de registros de ambas estaciones, y las conclusiones se obtienen de los valores medios de ambas estaciones.

EITZAGA (ZALDIBAR)														
PRECIPITACIÓN MÁXIMA (mm)														
AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	MAX ANUAL	MES DE MAX.
2 002														
2 003														
2 004														
2 005														
2 006														
2 007														
2 008														
2 009														
2 010														
2 011														
2 012	15,9	23,6	19,2	32,1	25,6	15,2	13,1	5,9	21,9	38,6	37,2	25,0	38,6	10
2 013	53,0	43,4	22,5	24,7	27,3	29,6	8,1	11,1	10,3	11,9	42,1	16,2	53,0	1
2 014	30,3	38,4	36,0	9,7	8,1	8,9	18,4	7,1	18,1	5,4	20,9	44,5	44,5	12
2 015	84,2	50,7	23,0	21,7	32,7	14,4	8,1	21,7	13,7	24,7	78,6	5,7	84,2	1
2 016	22,7	101,5	48,8	17,5	11,3	14,7	19,8	6,1	40,4	7,8	63,1	4,0	101,5	2
2 017	56,6	29,4	39,7	15,6	27,8	11,1	17,1	11,7	22,0	21,5	28,9	32,4	56,6	1
2 018	37,1	34,9	16,9	48,5	18,0	31,2	13,8	9,8	10,4	33,8	22,3	24,8	48,5	4
2.019	52,2	23,0	13,5	19,2	22,2	12,9	16,0	14,6	31,8	23,1	68,8	73,9	73,9	12
2.020	9,9													
2.021														
Máxima mes	84,2	101,5	48,8	48,5	32,7	31,2	19,8	21,7	40,4	38,6	78,6	73,9	101,5	
Frecuencia	3	1	0	1	0	0	0	0	0	1	0	2	8	

DERIO	PERIODO DE TIEMPO	Nº DE REGISTROS COMPLETOS
TEMPERATURA MEDIA MENSUAL	2002-2021	19
TEMPERATURA MAXIMA AL MES	2002-2021	19
TEMPERATURA MINIMA AL MES	2002-2021	19

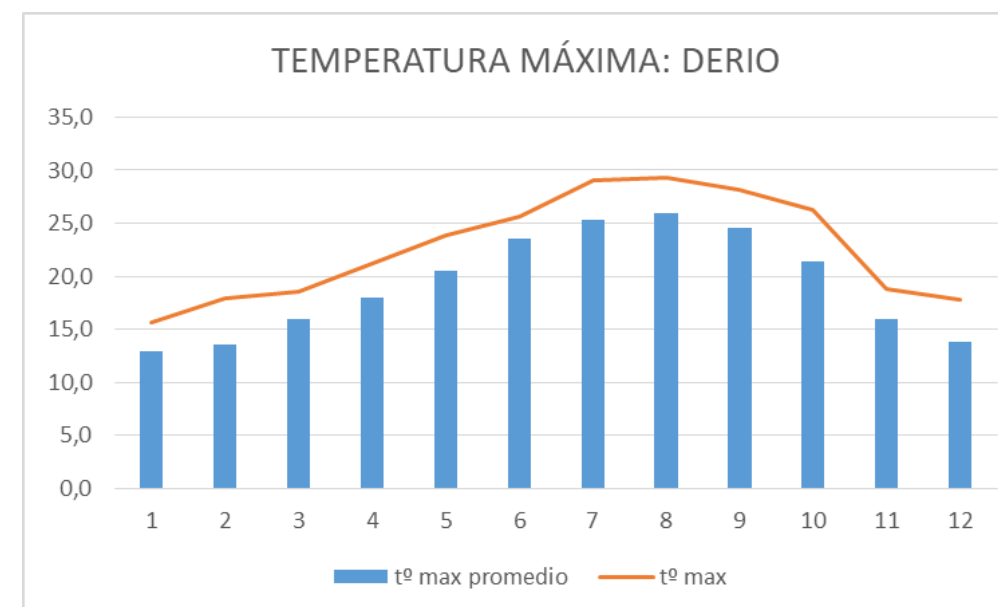
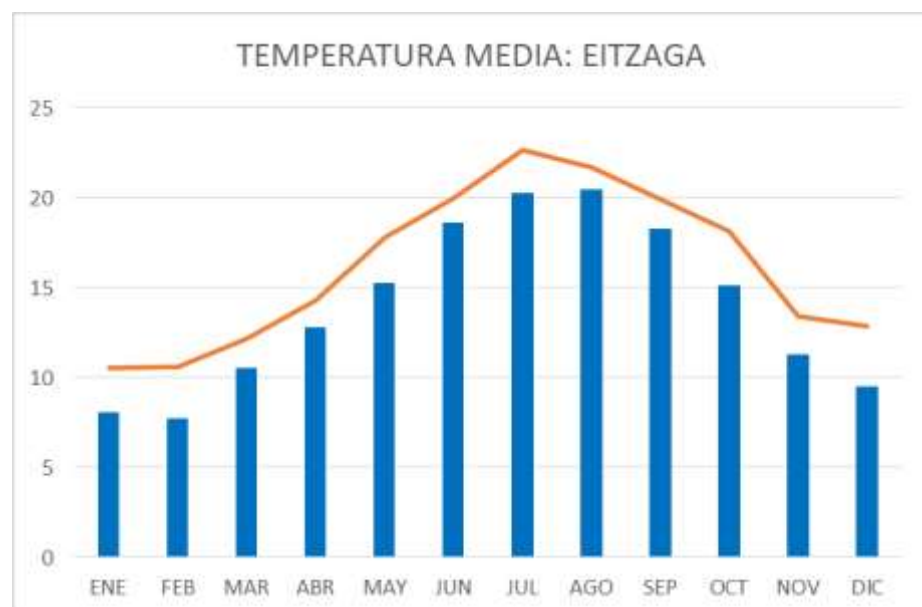
EITZAGA	PERIODO DE TIEMPO	Nº DE REGISTROS COMPLETOS
TEMPERATURA MEDIA MENSUAL	2012-2019	8
TEMPERATURA MAXIMA AL MES	2012-2019	8
TEMPERATURA MINIMA AL MES	2012-2019	8

Las tablas en las que se recogen estos datos y los gráficos confeccionados a partir de éstas, y en los que quedan reflejadas las variaciones de temperatura a lo largo del año, se adjuntan a continuación.



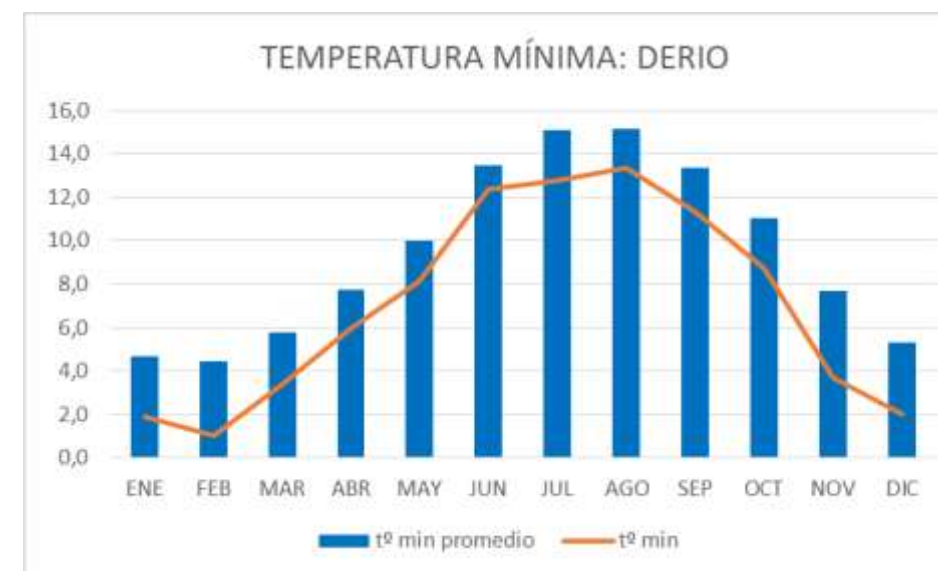
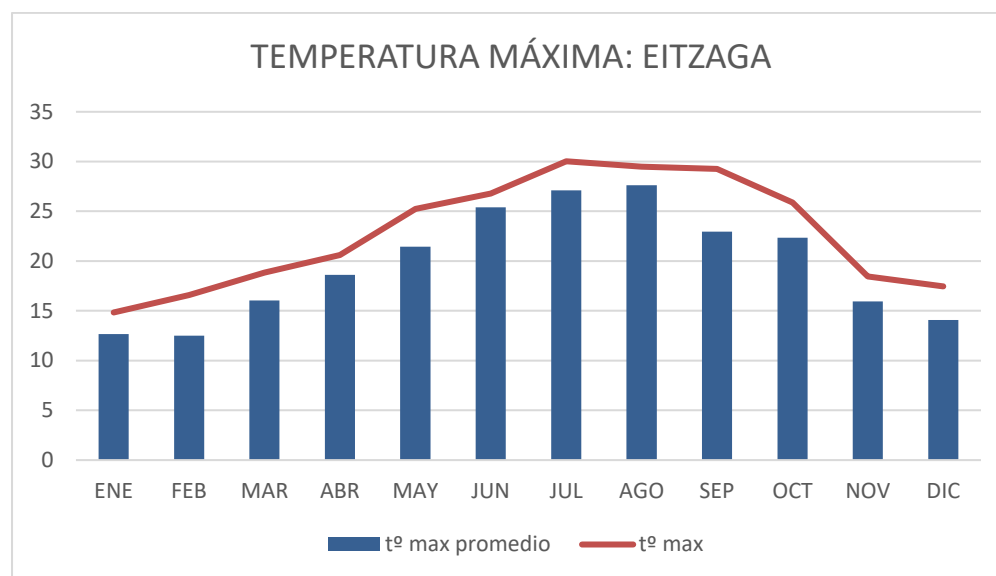
DERIO													
TEMPERATURA MEDIA													
AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	MAX ANUAL
2 002	10,4	10,4	11,2	11,3	13,8	16,3	17,4	17,9	17,0	15,9	12,4	10,7	17,9
2 003	7,5	7,7	12,5	13,4	14,3	19,5	19,6	22,9	18,8	13,5	11,7	8,6	22,9
2 004	9,2	7,1	8,3	10,7	13,9	18,7	18,6	20,4	18,4	16,4	9,5	8,8	20,4
2 005	7,5	5,0	10,2	11,9	15,4	19,0	19,9	19,0	16,9	17,1	9,9	5,8	19,9
2 006	6,3	5,8	12,2	11,9	15,4	18,4	21,8	18,7	19,1	17,8	13,6	8,0	21,8
2 007	8,2	11,2	9,3	12,8	14,6	17,7	18,7	18,5	16,2	13,5	8,1	7,0	18,7
2 008	9,1	11,2	10,0	11,8	15,3	17,0	18,7	19,0	16,5	13,2	9,5	6,7	19,0
2 009	7,5	7,0	8,7	10,7		18,6	20,0	20,4	17,8	15,8	13,4	9,0	20,4
2 010	7,5	8,3	10,7	13,1	14,1	17,2	19,9	19,7	17,5	14,5	10,3	7,5	19,9
2 011	8,5	9,5	11,1	15,4	16,7	17,8	18,5	20,0	19,7	16,1	14,2	9,8	20,0
2 012	8,3	5,3	10,7	10,6	16,2	18,6	20,1	22,3	19,6	16,5	13,1	11,3	22,3
2 013	9,8	8,9	12,3	13,1	13,3	16,8	22,8	20,8	19,8	18,3	12,0	10,6	22,8
2 014	12,2	11,1	12,5	15,0	15,4	19,9	20,7	20,5	21,1	19,2	15,0	10,0	21,1
2 015	8,8	6,0	9,8	14,3	15,6	18,6	20,7	20,4	16,6	15,8	13,1	13,1	20,7
2 016	10,7	9,4	9,5	12,1	15,5	17,8	20,0	20,7	19,1	15,0	11,0	10,2	20,7
2 017	6,3	10,7	12,0	12,2	17,0	19,3	16,7	20,4	17,4	16,6	9,6	8,9	20,4
2 018	9,8	6,4	10,9	14,4	14,5	18,5	21,5	21,0	19,8	14,7	12,8	10,7	21,5
2 019	7,3	10,7	11,0	12,4	13,6	17,8	20,3	19,3	18,0	16,5	11,1	10,5	20,3
2 020	9,6	11,9	10,6	15,0	17,7	17,9	20,2	20,8	18,9	14,2	13,5	9,9	20,8
2 021	7,9	12,6	11,2	12,0	14,2	17,9	19,0	19,1	19,7	14,9	9,6		19,7
Máxima mes	12,2	12,6	12,5	15,4	17,7	19,9	22,8	22,9	21,1	19,2	15,0	13,1	22,9
Media	8,6	8,8	10,7	12,7	15,1	18,2	19,8	20,1	18,4	15,8	11,7	9,3	14,1

EITZAGA													
TEMPERATURA MEDIA													
AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	MAX ANUAL
2 002													
2 003													
2 004													
2 005													
2 006													
2 007													
2 008													
2 009													
2 010													
2 011													
2 012	9,0	5,9	12,0	11,6	17,5	19,1	19,3	21,7	18,6	15,1	11,2	9,6	21,7
2 013	8,3	6,9	10,7	12,0	12,0	16,3	22,7	20,1	17,4	13,0	10,3	8,8	22,7
2 014	10,5	9,5	10,8	14,0	14,0	19,0	19,6	19,3	19,9	18,2	13,4	8,3	19,9
2 015	7,5	6,1	9,7	14,3	16,0	19,3	21,2	21,2	16,7	15,3	13,2	12,9	21,2
2 016	10,2	9,0	9,1	12,2	16,1	18,8	20,4	21,3	19,7	15,2	10,2	9,9	21,3
2 017	6,0	10,6	12,2	12,8	17,8	20,0	18,1	19,5	16,2	15,3	9,4	7,4	20,0
2 018	5,2	6,2	9,5	13,1	13,7	17,8	20,8	20,4	19,7	14,0	11,4	9,6	20,8
2 019	5,9	9,9	10,7	11,6	13,0	18,0	20,5	20,1	18,0	15,8	9,7	9,1	20,5
2 020	8,4												8,4
2 021													
Máxima mes	10,5	10,6	12,2	14,3	17,8	20,0	22,7	21,7	19,9	18,2	13,4	12,9	22,7
Media	7,9	8,0	10,6	12,7	15,0	18,5	20,3	20,4	18,3	15,2	11,1	9,5	14,0



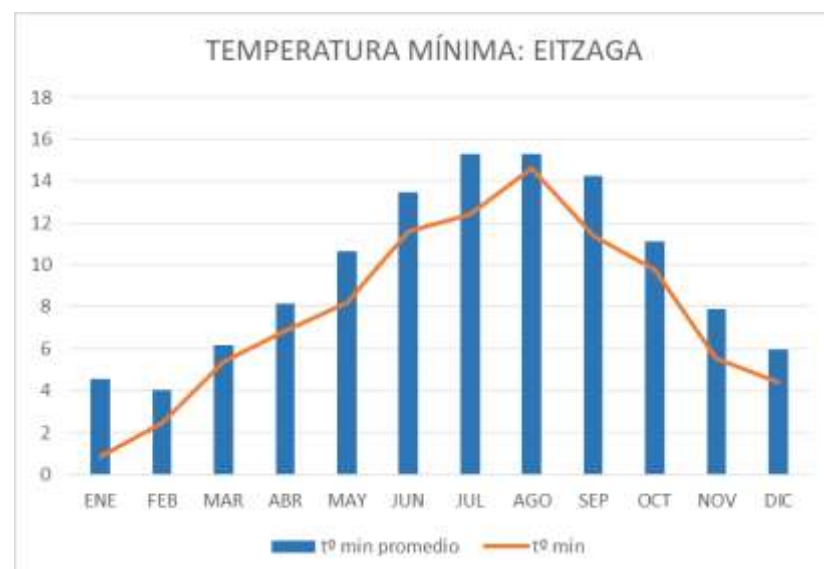
DERIO														
TEMPERATURA MÁXIMA														
AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	MAX ANUAL	MES DE MAX.
2 002	15,3	14,9	16,9	17,0	19,3	21,0	22,6	22,0	23,6	20,9	16,4	15,7	23,6	9
2 003	11,4	11,6	18,6	18,7	20,4	25,1	24,2	29,3	24,5	18,0	17,0	12,5	29,3	8
2 004	12,8	12,4	13,5	15,4	19,1	24,4	23,7	26,8	24,1	21,2	13,8	11,8	26,8	8
2 005	11,9	9,2	16,5	17,2	22,0	25,4	25,6	24,7	23,2	22,1	13,8	10,4	25,6	7
2 006	9,8	10,9	17,2	17,4	21,4	24,6	27,6	23,8	25,3	23,4	18,3	12,9	27,6	7
2 007	12,8	15,4	13,8	18,2	19,4	23,4	24,4	24,1	21,6	18,6	13,0	12,2	24,4	7
2 008	14,6	16,2	14,1	17,5	20,8	21,6	24,3	25,0	22,4	18,7	12,6	10,7	25,0	8
2 009	11,8	12,4	15,0	15,8		24,0	26,0	26,1	23,2	21,6	17,6	13,1	26,1	8
2 010	11,0	12,2	15,1	19,2	19,1	22,1	25,0	25,4	24,2	20,0	14,3	11,9	25,4	8
2 011	12,6	15,2	15,9	21,3	22,5	23,3	23,2	26,1	26,6	22,4	18,6	14,2	26,6	9
2 012	12,5	10,1	17,7	14,3	22,0	24,6	26,1	28,4	25,8	22,3	17,3	15,7	28,4	8
2 013	13,9	12,8	16,8	16,7	17,4	21,4	29,0	26,4	25,9	23,8	14,9	15,4	29,0	7
2 014	15,6	15,9	17,6	20,7	20,4	25,6	25,7	26,1	28,2	26,3	18,6	13,9	28,2	9
2 015	14,1	10,2	14,1	20,3	20,3	24,1	26,2	27,0	22,5	21,0	18,3	17,8	27,0	8
2 016	15,4	13,7	14,0	17,0	21,1	23,4	24,9	27,8	25,9	21,3	15,4	15,3	27,8	8
2 017	11,7	16,3	17,5	18,4	23,7	24,6	25,4	26,4	22,9	23,0	15,7	13,2	26,4	8
2 018	13,9	10,2	15,1	19,3	19,2	23,5	26,1	26,9	26,4	20,5	17,4	15,7	26,9	8
2 019	10,9	17,9	17,4	18,1	18,9	24,3	26,3	25,7	24,4	22,0	15,0	15,9	26,3	7
2 020	14,5	17,6	16,0	20,2	23,9	22,8	25,4	27,0	25,9	19,1	18,8	13,0	27,0	8
2 021	11,9	16,7	16,2	17,1	20,1	22,8	23,8	24,3	25,8	21,7	13,3		25,8	9
Máxima mes	15,6	17,9	18,6	21,3	23,9	25,6	29,0	29,3	28,2	26,3	18,8	17,8	29,3	
Media	12,9	13,6	16,0	18,0	20,6	23,6	25,3	26,0	24,6	21,4	16,0	13,8	19,3	

EITZAGA														
TEMPERATURA MÁXIMA														
AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	MAX ANUAL	MES DE MAX.
2 002														
2 003														
2 004														
2 005														
2 006														
2 007														
2 008														
2 009														
2 010														
2 011														
2 012	12,6	10,0	18,8	15,7	23,5	26,7	26,0	29,0	25,0	21,4	15,7	13,8	29,0	8
2 013	12,2	10,7	15,6	17,5	17,1	22,3	30,0	26,4	25,9	22,9	13,1	13,4	30,0	7
2 014	13,8	14,6	16,5	20,2	19,4	25,5	25,3	25,3	27,0	25,9	17,2	11,7	27,0	9
2 015	12,2	9,8	14,5	20,6	22,0	26,2	28,0	29,0	3,0	20,7	18,5	17,5	29,0	8
2 016	14,8	13,5	13,7	17,8	23,1	26,1	26,3	29,5	27,1	21,8	15,2	15,2	29,5	8
2 017	11,7	16,6	18,3	19,4	25,2	26,8	26,1	26,4	23,4	22,4	14,8	11,6	26,8	8
2 018	11,4	12,3	15,0	19,3	19,9	24,1	28,0	27,9	29,3	21,4	17,2	15,3	29,3	9
2 019	9,7	18,4	18,6	18,8	19,9	26,8	28,5	28,3	26,3	23,0	14,0	15,0	28,5	7
2 020	14,3												14,3	
2 021														
Máxima mes	14,8	18,4	18,8	20,6	25,2	26,8	30,0	29,5	29,3	25,9	18,5	17,5	30,0	
Media	12,5	13,2	16,4	18,6	21,3	25,6	27,3	27,7	23,4	22,4	15,7	14,2	19,9	

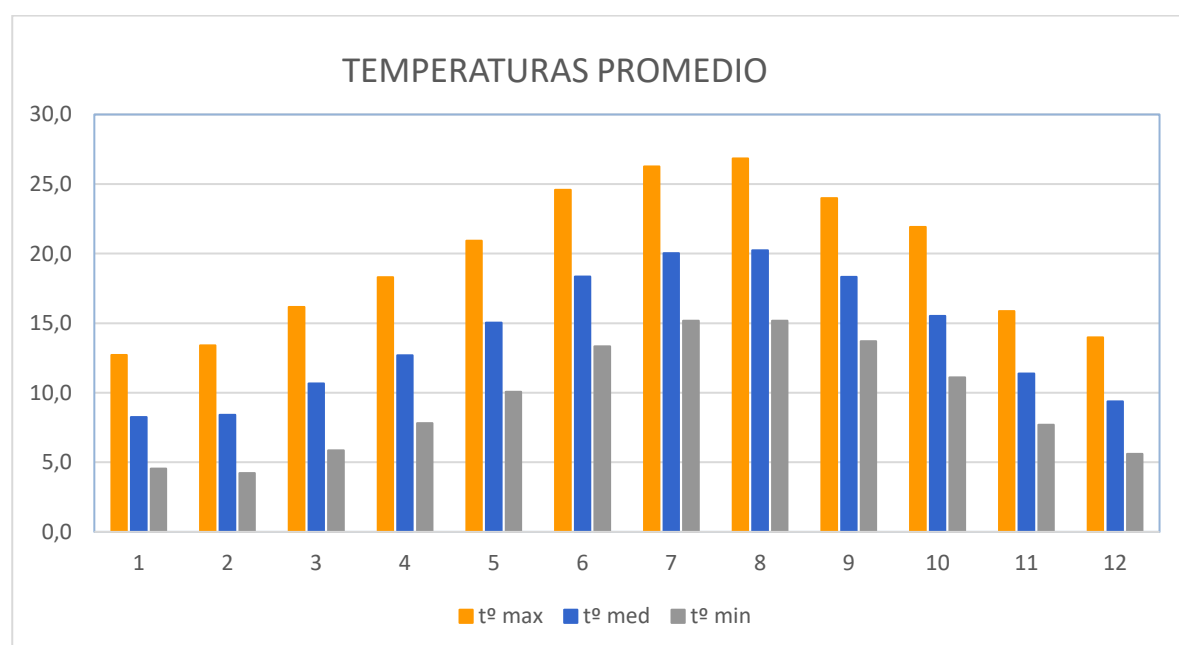


DERIO														
TEMPERATURA MÍNIMA														
AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	MIN ANUAL	MES DE MIN
2 002	5,8	6,1	5,8	5,9	8,1	12,4	12,8	14,3	11,6	11,3	8,4	6,1	5,8	1
2 003	3,6	2,5	7,1	8,0	8,8	15,1	15,3	18,2	13,9	9,5	7,0	4,8	2,5	2
2 004	5,3	2,7	3,6	6,1	8,8	13,6	13,9	15,0	13,8	11,8	5,9	5,8	2,7	2
2 005	3,9	1,4	4,3	7,4	10,2	13,7	14,6	13,9	12,4	12,5	6,3	2,0	1,4	2
2 006	3,1	1,5	7,1	7,0	10,3	13,1	17,0	13,3	14,3	13,0	8,9	3,6	1,5	2
2 007	4,1	6,7	4,3	8,6	10,4	12,8	13,8	13,7	11,3	9,5	3,7	2,5	2,5	12
2 008	4,1	6,3	5,5	6,7	10,3	12,7	13,4	14,0	11,6	8,7	6,7	3,7	3,7	12
2 009	3,3	2,7	3,4	6,3		13,7	15,3	16,0	13,6	11,0	9,2	5,1	2,7	2
2 010	4,3	4,5	6,0	7,5	9,1	12,9	15,1	14,6	12,1	9,7	6,5	3,4	3,4	12
2 011	4,9	4,5	6,6	10,0	11,0	12,8	14,2	15,5	14,8	10,8	10,3	6,0	4,5	2
2 012	4,7	1,1	5,1	7,3	10,8	13,4	14,5	17,2	13,4	12,2	8,8	6,7	1,1	2
2 013	5,9	5,6	7,7	7,9	9,6	12,8	18,1	15,8	14,8	13,0	9,1	6,3	5,6	2
2 014	8,6	5,6	7,6	10,2	10,5	14,8	16,3	15,9	15,6	14,0	11,0	6,6	5,6	2
2 015	4,3	4,0	6,0	8,5	11,1	13,9	16,1	15,0	11,9	11,5	8,7	8,5	4,0	2
2 016	6,2	5,4	5,5	7,0	10,4	12,7	15,0	14,8	14,2	9,8	7,1	5,9	5,4	2
2 017	1,9	5,6	6,7	6,0	11,5	15,1	13,8	15,7	12,8	11,6	4,7	5,2	1,9	1
2 018	6,2	2,8	6,5	10,2	10,1	14,1	17,3	16,1	14,4	9,9	8,3	6,1	2,8	2
2 019	3,9	4,6	5,0	7,2	8,3	12,4	15,3	13,7	12,7	11,9	7,8	6,2	3,9	1
2 020	5,0	6,7	5,7	10,3	12,1	13,5	15,2	15,8	13,3	9,9	8,7	6,2	5,0	1
2 021	4,5	8,2	6,3	6,8	8,5	13,4	14,8	14,5	14,8	9,6	6,8		4,5	1
Máxima mes	8,6	8,2	7,7	10,3	12,1	15,1	18,1	18,2	15,6	14,0	11,0	8,5	5,8	
Mínima mes	1,9	1,1	3,4	5,9	8,1	12,4	12,8	13,3	11,3	8,7	3,7	2,0	1,1	
Media	4,7	4,4	5,8	7,7	10,0	13,4	15,1	15,1	13,4	11,1	7,7	5,3	9,5	

EITZAGA														
TEMPERATURA MÍNIMA														
AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	MIN ANUAL	MES DE MIN
2 002														
2 003														
2 004														
2 005														
2 006														
2 007														
2 008														
2 009														
2 010														
2 011														
2 012	6,2	2,5	6,6	8,6	12,4	13,4	13,6	16,3	13,7	10,9	7,4	5,8	2,5	2
2 013	5,0	3,9	6,3	6,8	8,2	11,6	17,0	15,5	19,1	11,7	7,7	4,8	3,9	2
2 014	7,3	4,6	6,0	9,3		13,8	15,4	15,1	15,1	13,1	10,2	5,6	4,6	2
2 015	3,9	3,2	5,9	8,7	11,2	14,4	16,7	15,2	12,3	11,4	9,4	8,9	3,2	2
2 016	6,4	5,4	5,6	7,5	11,0	13,4	15,8	15,3	14,4	10,4	7,5	6,5	5,4	2
2 017	2,3	6,0	7,3	7,0	11,8	14,9	12,4	14,6	11,4	10,5	5,5	4,4	2,3	1
2 018	0,8	2,5	5,4	9,0	9,3	13,0	16,3	15,0	13,9	9,8	7,4	6,0	0,8	1
2 019	3,2	4,1	4,6	6,2	7,2	11,5	14,8	14,7	12,8	11,4	6,6	5,4	3,2	1
2 020	4,6												4,6	
2 021													0,0	
Máxima mes	7,3	6,0	7,3	9,3	12,4	14,9	17,0	16,3	19,1	13,1	10,2	8,9	5,4	
Mínima mes	0,8	2,5	4,6	6,2	7,2	11,5	12,4	14,6	11,4	9,8	5,5	4,4	0,8	
Media	4,4	4,0	5,9	7,9	10,1	13,2	15,3	15,2	14,1	11,2	7,7	5,9	9,6	



Según los datos la temperatura media anual en el área es de 14,0°C siendo su distribución la que representa el gráfico adjunto.



El máximo térmico se centra en los meses de verano con temperaturas medias de 20°C en julio y agosto. Las temperaturas descienden de una manera gradual hasta el mínimo anual de 8,3°C que se produce en enero-febrero, punto en el que se inicia un nuevo ascenso de forma continua, sin que se produzcan máximas ni mínimas secundarias en todo el ciclo anual.

En lo referente a temperaturas extremas, con los datos disponibles entre 2002 y 2021, se pueden citar como máximas absolutas los 29,3°C de agosto de 2003 y los 29,5°C de julio de 2013, y como mínimas los 1,1°C en febrero de 2012, con lo que la oscilación extrema no es importante.

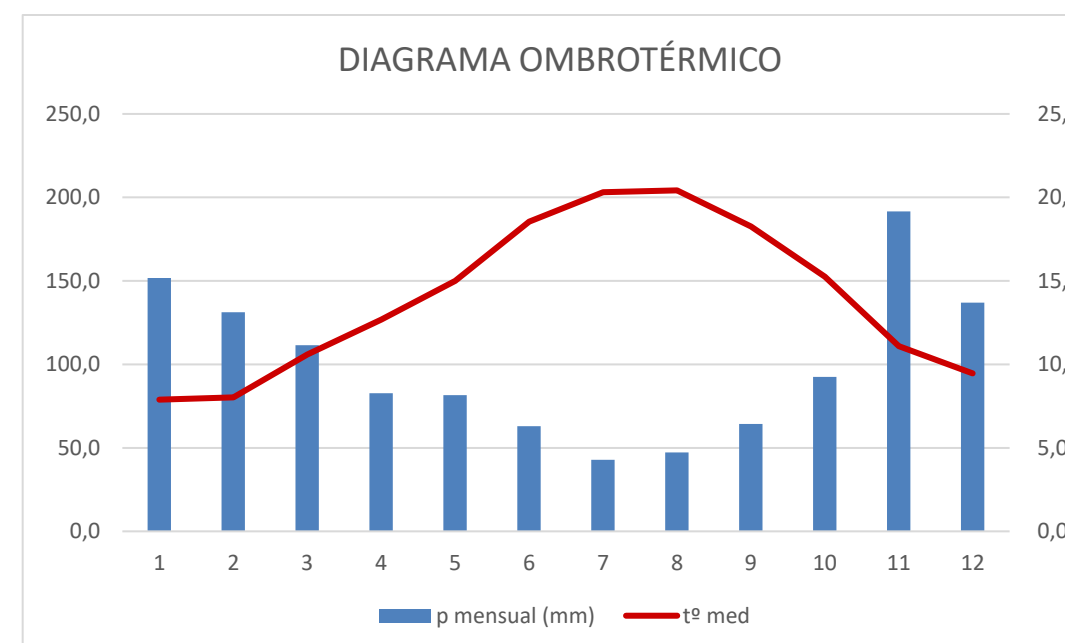
La media anual de las temperaturas máximas es de 19,6°C, oscilando la media mensual máxima entre los 26,8°C de agosto a los 12,7°C de enero.

La media anual de las temperaturas mínimas es de 9,5°C, oscilando entre 4,2°C de febrero y 15,2°C de julio y agosto.

Los datos en ambas estaciones resultan muy similares.

A la vista de estos datos y teniendo en cuenta las oscilaciones de la temperatura media mensual entre las épocas de verano-invierno, se puede decir que el clima en la zona de proyecto es templado durante todo el año.

A partir de los datos recogidos en los apartados anteriores, se ha elaborado un diagrama ombrotérmico para la zona de proyecto. En él se diferencia la época más seca, centrada en los meses de verano, donde se producen las temperaturas más altas, y el período más húmedo coincidente con temperaturas más bajas.



1.4 OTRAS VARIABLES CLIMÁTICAS

1.4.1 EVAPOTRANSPIRACIÓN POTENCIAL

La evapotranspiración media anual puede estimarse del orden de 701-750 mm según el mapa "EVAPOTRANSPIRACION ANUAL", en el que se refleja el campo de isolíneas de evapotranspiración media anual en la península, deducidas de acuerdo con la fórmula de Thornthwaite.

En el mapa de "ZONAS HIDRICAS" se refleja la división de la península en zonas determinadas de acuerdo con los índices de aridez y humedad de Thornthwaite y de acuerdo con la siguiente clasificación:

Zona árida $I_H < 0,30$

Zona semiárida $0,30 < I_H < 0,70$

Zona subhúmeda $0,70 < I_H < 1,00$

Zona húmeda $I_H > 1,00$

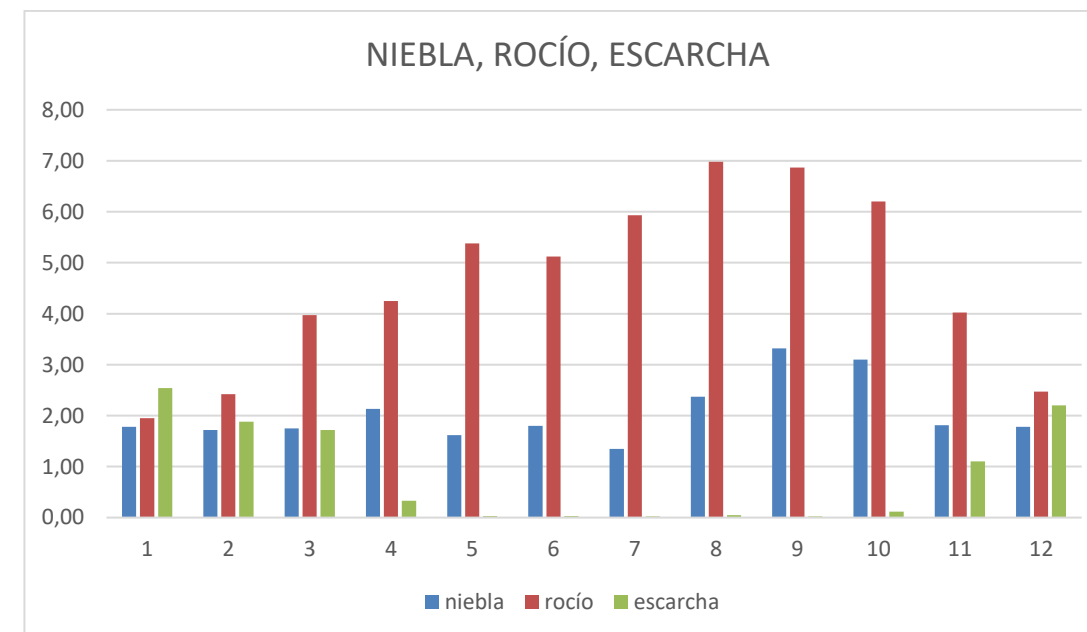
La zona objeto de estudio está enclavada dentro de una **zona húmeda** con $I_H > 1,00$.

1.4.2 NIEBLAS, ROCÍO, ESCARCHA Y TORMENTAS

Los datos que se recogen a continuación acerca de niebla, rocío y escarcha han sido obtenidos a partir de la publicación "Notas para una climatología de Bilbao" del Instituto Nacional de Meteorología.

La evolución, a lo largo del año, de los días en que se presentan las nieblas, rocío, o escarcha, se recoge en el gráfico siguiente, donde puede apreciarse un máximo anual de nieblas en el mes de septiembre y valores mínimos en junio, julio y diciembre. El máximo anual de días de rocío se alcanza en octubre con poco más de 5 días. El máximo anual de días de escarcha en enero con algo más de 2 días, siendo mayor la cantidad de días de rocío que los de escarcha y siendo ésta prácticamente inexistente entre abril y octubre.

	NÚMERO MEDIO DE DÍAS												
	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	AÑO
Niebla	1,78	1,72	1,75	2,13	1,62	1,80	1,35	2,37	3,32	3,10	1,81	1,78	24,53
Rocío	1,95	2,42	3,97	4,25	5,38	5,12	5,93	6,98	6,87	6,20	4,02	2,47	55,56
Escarcha	2,54	1,88	1,72	0,33	0,03	0,03	0,02	0,05	0,02	0,12	1,10	2,20	10,04



1.4.3 HUMEDAD RELATIVA Y EVAPORACIÓN

El dato de humedad relativa ha sido recogido del "Atlas Climático de España", que tiene en cuenta las variaciones estacionales y a su vez la variación a lo largo del día, y está comprendido entre el 75 y el 80 %.

La evaporación media anual tiene un valor aproximado de 700 mm, teniendo un valor máximo en verano del orden de 300 mm y mínimo en invierno del orden de 75 mm.

1.4.4 INSOLACIÓN Y NUBOSIDAD

La insolación se mide en horas de sol despejado y teniendo en cuenta los datos recogidos en el "Atlas Climático de España" del I.N.M., este valor supera ligeramente las 1.600 horas de sol anuales, variando la radiación solar global entre 2,8-3,4 kwh/m2. Con esta misma publicación se pueden obtener los valores para cada estación. En primavera el valor de horas de sol es de unas 400 horas anuales y una radiación solar de 3,8 Kwh /m2; en verano son 550 horas de sol y 5,6 Kwh /m2; en otoño 400 horas de sol y 2,6 Kwh /m2. En invierno estos valores disminuyen considerablemente hasta 250 horas de sol y una radiación aproximada de 1,4 Kwh /m2.

INSOLACIÓN												
NÚMERO MEDIO DE HORAS												
ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	AÑO
82,53	95,01	130,41	134,23	171,42	177,30	190,66	183,52	155,13	128,85	89,38	73,63	1 612,07

Por lo tanto, **la insolación es baja**. En su marcha a lo largo de todo el año se observa un máximo en verano y un mínimo en invierno.

En cuanto a la nubosidad, resulta en el año un promedio bajo de días despejados, 38,9 y por el contrario alto en días cubiertos, 161,8. El número de días nubosos es 164,4. En valores medios, el máximo de los despejados corresponde a agosto con 4,4 días y el mínimo a diciembre con 1,8 días. En días cubiertos resulta el máximo de 16,2 días en enero y el mínimo 11,1 días en julio.

1.4.5 HELADAS

Se considera como día de helada aquél en que un termómetro instalado en la garita meteorológica (a 1,5 m. sobre el suelo) registra una temperatura de cero grados Celsius o más baja.

Según los datos recogidos en el “Atlas Nacional de España de Climatología “(1.992), el número de días de helada en la zona oscila entre 10 y 20.

La duración media del período invernal (número de días transcurridos entre la primera y la última helada) es de 98 días. **En todos los años se registran heladas**.

1.4.6 VIENTOS

Las mayores frecuencias de la dirección corresponden a los vientos del NW con bastante diferencia sobre los demás. También en casi todos los meses figura el NW como dirección dominante, solamente cambia en enero, noviembre y diciembre, en los que domina el S. Para vientos de velocidad superior a 5,9 km/h, durante el día domina también la dirección NW, pero durante la noche domina el E en todo el año excepto en el invierno, en el que la dirección dominante es la del SE. El mayor flujo del aire que penetra corresponde al 4º cuadrante. Las velocidades son en general bastante altas. La más elevada velocidad media mensual, por rumbo, pertenece al S, en el mes de abril y la menor en varios meses y direcciones.

El recorrido medio diario del viento es de unos 285 km, resultando el mes de febrero el de mayor valor.

1.5 CLASIFICACIÓN CLIMÁTICA

Los índices y clasificaciones climáticas se siguen de acuerdo con lo establecido al respecto a nivel mundial, por lo que a veces no resultan demasiado precisos para caracterizar el clima de un determinado lugar dentro de nuestro país.

De todas las clasificaciones establecidas se considerarán como más representativas para el presente Proyecto las de Lang y Köppen, habiéndose analizado otros índices a modo de ratificación.

1.5.1 ÍNDICE DE PLUVIOSIDAD DE LANG

$$L = \frac{R}{t}$$

Siendo:

L =Índice de pluviosidad de Lang

R =Precipitación total anual en mm.

t =Temperatura media anual en °C

Y la clasificación que se obtiene de este índice es la siguiente:

L > 40	⇒ Árido
40 < L < 160	⇒ Húmedo
160 < L	⇒ Superhúmedo

Para la zona de proyecto:

$$L = 1.197,22/14 = 85,52$$

lo que se corresponde a un **clima húmedo** según Lang.

1.5.2 CLASIFICACIÓN DE KÖPPEN

El objetivo de esta clasificación es la delimitación de las distintas regiones de la Tierra en función de los elementos del clima que ejercen mayor influencia en el desarrollo de la vegetación. Köppen realiza la clasificación climática a través del índice K, relacionando la precipitación anual con la temperatura media

anual, calculando el índice K de tres formas diferentes según se produzca la precipitación mayor en invierno, se reparta uniformemente en el transcurso del año o se registre en verano.

En esta clasificación del clima juega un papel importante el índice K, definido de la siguiente manera:

- Si el régimen pluviométrico es uniforme $K = 2t + 14$
- Si representa un máximo en verano $K = 2t + 28$
- Si lo presenta en invierno $K = 2t$

Siendo t la temperatura media anual en grados centígrados.

Comprende cinco tipos fundamentales designados por las letras A, B, C, D y E, cuyos límites están definidos en la forma siguiente:

- Tipo A (tropical lluvioso): La temperatura media normal del mes más frío es superior a 18 °C; la precipitación anual normal en milímetros es mayor que 750.
- Tipo B (seco): Sin referencia a la temperatura; la precipitación anual normal en centímetros es menor que K.
- Tipo C (templado lluvioso): La temperatura media normal del mes más frío es superior a -3 °C e inferior a 18 °C; la precipitación anual normal en centímetros es mayor que K.
- Tipo D (frío): La temperatura media normal del mes más frío es inferior a -3 °C, la del mes más cálido superior a 10 °C; la precipitación anual normal en centímetros es mayor que K.
- Tipo E (polar): La temperatura media normal del mes más frío es inferior a -3 °C, la del mes más cálido inferior a 10 °C; la precipitación anual normal en centímetros es mayor que K.

Estos tipos se dividen en subtipos según el régimen pluviométrico o de temperatura. Los principales subtipos y sus respectivos símbolos son:

Af =Selva tropical - lluvioso todo el año

Aw =Sabana - lluvioso en verano

BS =Estepa - precipitación anual > K/2

Bw =Desierto - precipitación anual < K/2

Cf =Mesotermal (templado) húmedo - lluvioso todo el año

Cw =Mesotermal (templado) húmedo con invierno seco - lluvioso en verano

Cs =Mesotermal (templado, húmedo con verano seco) (Mediterráneo) - lluvioso en invierno

Df =Microthermal (frío) húmedo - lluvioso todo el año

Dw =Microthermal (frío, con invierno seco) - lluvioso en verano

ET =Tundra - temperatura del mes más cálido > 0 °C

EF =Helado - temperatura del mes más cálido < 0 °C

En este caso:

$$K = 2t$$

$$K = 2 \cdot 14 = 28,0$$

Temperatura del mes más frío = 8,3°

$$-3^{\circ} < 8,3^{\circ} < 18^{\circ}$$

Temperatura media del mes más cálido = 20,2°

$$10^{\circ} < 20,2^{\circ}$$

Precipitación media anual (en cm) = 1.197,22/10 = 119,7

$$119,7 > 28,0^{\circ}\text{C}$$

La precipitación media del mes más seco (42,8 mm en julio) es mayor de 30 mm, por lo que se encuadra dentro del grupo Cf, clima templado húmedo sin estación seca propiamente dicha. Tiene un verano caluroso, la temperatura media del mes más cálido no rebasa los 22°C, y existen nueve meses con temperatura media superior a 10°C.

En resumen, la zona de proyecto se encuadra dentro de la clasificación Cf - **clima templado húmedo**.

1.5.3 ÍNDICE TERMOPLUVIOMÉTRICO

En la misma línea de la clasificación anterior y dado que parece un contrasentido llamar "índice de aridez" a un número que es más pequeño cuanto más grande es la aridez, los geógrafos españoles J. Dantín Cereceda y A. Revenga Carbonell proponen un "índice termoplúviométrico".

$$I_{tp} = 100 - \frac{t}{R}$$

Siendo:

I_{tp} = Índice termoplúviométrico

t = Temperatura media anual en °C

R = Precipitación media anual en mm.

Con arreglo a este índice serán zonas húmedas aquellas cuyo índice oscile entre 0 y 2; zonas semiáridas las de índice entre 2 y 3; áridas entre 3 y 6; subdesérticas mayor de 6.

En este caso:

$$l_{tp}=100 (14/1.197,22)=1,17$$

Por lo que pertenece a la **zona "húmeda"**.

1.6 DÍAS ÚTILES DE TRABAJO

La previsión de “días trabajables” se hace de acuerdo con el método expuesto en la publicación “Datos Climáticos para Carreteras”, de la Dirección General de Carreteras.

El procedimiento consiste básicamente en la determinación de los días realmente laborables para distintas actividades, para cada uno de los meses del año, suponiendo que los días del calendario laboral van a verse afectados de unos coeficientes de reducción, que son consecuencia directa de las condiciones climáticas que afectan a cada unidad o tajo de obra de los que intervienen en la construcción de carreteras, y cuyas limitaciones están claramente definidas en el PG3.

1.6.1 CÁLCULO DE COEFICIENTES DE REDUCCIÓN

Los coeficientes de reducción por meteorología que se van a emplear son los siguientes:

- **η_m : coeficiente de reducción por helada.**

Se define como el cociente del número de días del mes en los que la temperatura mínima supera los 0°C, y el número de días totales del mes.

- **τ_m coeficiente de reducción por temperatura límite para riegos, tratamientos superficiales, o tratamientos por penetración.**

Es el cociente del número de días en los que la temperatura a las 9 de la mañana es igual o superior a 10°C, y el número de días totales del mes.

- **τ'_m : coeficiente de reducción por temperatura límite para las mezclas bituminosas.**

Es el cociente del número de días en los que la temperatura a las 9 de la mañana es igual o superior a 5°C, y el número de días totales del mes.

- **λ_m : coeficiente de reducción por lluvia límite**

Se define como el cociente del número de días del mes en los que la precipitación es inferior a 10 mm., y el número de días totales del mes.

- **λ'_m : coeficiente de reducción por lluvia límite**

Es otro coeficiente similar al anterior, pero en este caso el cociente se establece entre el número de días en que la precipitación es inferior a 1 mm, y el número de días totales del mes.

Los datos que se tienen para Bizkaia relativos a estos parámetros son los siguientes (datos Estación de Sondika 1948-2007):

	NÚMERO MEDIO DE DÍAS												
	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	AÑO
Prec. med mensual (%)	12,84	12,02	9,67	7,14	7,15	4,91	3,69	4,18	5,09	7,30	15,16	10,86	100,00
Lluvia	15,58	14,17	14,87	16,70	16,83	13,47	12,67	13,97	13,52	15,08	16,07	16,36	179,29
p > 1 mm	12,78	11,02	10,75	12,60	11,30	7,75	7,32	8,82	8,82	10,62	12,56	12,92	127,26
p > 10 mm	4,49	3,57	2,82	4,02	2,73	1,92	1,43	2,18	2,63	4,03	5,32	4,88	40,02
p > 30 mm	0,53	0,27	0,47	0,50	0,27	0,23	0,28	0,40	0,45	0,85	0,86	0,92	6,03
t°min > 0°C	25,00	25,00	29,00	30,00	31,00	30,00	31,00	31,00	30,00	31,00	29,00	27,00	349,00
t°min > 5°C	23,00	20,00	26,00	27,00	31,00	30,00	31,00	31,00	30,00	30,00	27,00	22,00	328,00
t°min > 10°C	9,00	6,00	10,00	14,00	28,00	30,00	31,00	31,00	29,00	23,00	16,00	11,00	238,00

En consecuencia, y haciendo aplicación del proceso descrito, los valores resultantes para los coeficientes de reducción (por días laborables y por meteorología) son los siguientes:

MESES	COEFICIENTES DE REDUCCIÓN POR DÍAS LABORABLES				COEFICIENTES REDUCCIÓN POR METEOROLOGÍA				
	DÍAS LAB	DÍAS FESTV	TOT	COEFICIENTE FESTIVOS	η_m	τ_m	τ'_m	λ_m	λ'_m
ENERO	21,00	10,00	31,00	0,68	0,81	0,29	0,74	0,86	0,59
FEBRERO	20,00	8,00	28,00	0,71	0,89	0,21	0,71	0,87	0,61
MARZO	21,00	10,00	31,00	0,68	0,94	0,32	0,84	0,91	0,65
ABRIL	20,00	10,00	30,00	0,67	1,00	0,47	0,90	0,87	0,58
MAYO	22,00	9,00	31,00	0,71	1,00	0,90	1,00	0,91	0,64
JUNIO	20,00	10,00	30,00	0,67	1,00	1,00	1,00	0,94	0,74
JULIO	21,00	10,00	31,00	0,68	1,00	1,00	1,00	0,95	0,76
AGOSTO	21,00	10,00	31,00	0,68	1,00	1,00	1,00	0,93	0,72
SEPTIEMBRE	21,00	9,00	30,00	0,70	1,00	0,97	1,00	0,91	0,71
OCTUBRE	22,00	9,00	31,00	0,71	1,00	0,74	0,97	0,87	0,66

MESES	COEFICIENTES DE REDUCCIÓN POR DÍAS LABORABLES				COEFICIENTES REDUCCIÓN POR METEOROLOGÍA				
	DÍAS LAB	DÍAS FESTV	TOT	COEFICIENTE FESTIVOS	η_m	τ_m	τ'_m	λ_m	λ'_m
NOVIEMBRE	20,00	10,00	30,00	0,67	0,97	0,53	0,90	0,82	0,58
DICIEMBRE	20,00	11,00	31,00	0,65	0,87	0,35	0,71	0,84	0,58
TOTAL AÑO	249,00	116,00	365,00						

1.6.2 FACTORES QUE AFECTAN A LA OBRA

Antes de aplicar los mencionados coeficientes de reducción es preciso determinar los factores meteorológicos que afectan a cada fase de la obra, para obtener de este modo un coeficiente medio en función de los factores limitativos para cada trabajo y de su concurrencia.

Definimos a continuación las principales unidades de obra que componen la obra proyectada:

UNIDAD DE OBRA	FACTORES QUE AFECTAN A LA OBRA				
	$t_{min} > 0^{\circ}C$	$t \geq 10^{\circ}C$	$t \geq 5^{\circ}C$	$p < 10 \text{ mm}$	$p < 1 \text{ mm}$
Explanaciones	X			X	X
Hormigones hidráulicos	X			X	
Producción de áridos				X	
Riegos y trat. superf.	X	X	X	X	X
Mezclas bituminosas	X		X	X	X

De acuerdo con la tabla anterior, y atendiendo a la probabilidad independiente de cada uno de estos fenómenos, los coeficientes totales de reducción por meteorología resultantes para cada unidad de obra son los siguientes:

$$\text{Explanaciones } C_m = \eta_m \times (\lambda_m + \lambda'_m)/2$$

$$\text{Hormigones hidráulicos } C_m = \eta_m \times \lambda_m$$

$$\text{Producción de áridos } C_m = \lambda_m$$

$$\text{Riegos y tratamientos superficiales: } C_m = \tau_m \times \lambda'_m$$

$$\text{Mezclas bituminosas: } C_m = \tau'_m \times \lambda'_m$$

Luego para cada mes dichos coeficientes se expresan en la tabla que se expone a continuación.

MESES	COEFICIENTES POR FESTIVOS	COEFICIENTES DE REDUCCIÓN POR METEOROLOGÍA PARA CADA ACTIVIDAD				
		EXPLANACIONES	HORMIGONES HIDRÁULICOS	PRODUCC. ARIDOS	RIEGOS	MBC
ENERO	0,68	0,58	0,69	0,86	0,17	0,44
FEBRERO	0,71	0,66	0,78	0,87	0,13	0,43
MARZO	0,68	0,73	0,85	0,91	0,21	0,55
ABRIL	0,67	0,72	0,87	0,87	0,27	0,52
MAYO	0,71	0,77	0,91	0,91	0,57	0,64
JUNIO	0,67	0,84	0,94	0,94	0,74	0,74
JULIO	0,68	0,86	0,95	0,95	0,76	0,76
AGOSTO	0,68	0,82	0,93	0,93	0,72	0,72
SEPTIEMBRE	0,70	0,81	0,91	0,91	0,68	0,71
OCTUBRE	0,71	0,76	0,87	0,87	0,49	0,64
NOVIEMBRE	0,67	0,68	0,80	0,82	0,31	0,52
DICIEMBRE	0,65	0,62	0,73	0,84	0,21	0,41

1.6.3 DÍAS ÚTILES DE TRABAJO

Para determinar los días útiles de trabajo inicialmente hay que calcular los días trabajables netos, es decir, aplicar la reducción correspondiente a los días no laborables en la zona de proyecto de acuerdo con el calendario laboral vigente.

Si se denomina C_f al coeficiente de reducción de días festivos para un mes determinado, y siendo C_m el coeficiente de reducción meteorológico total para cada actividad, $(1 - C_m)$ representa la probabilidad de que un día cualquiera del mes presente climatología adversa, y en consecuencia $(1 - C_m) \times C_f$ es la probabilidad de que un día laborable del mes presente climatología adversa.

Por consiguiente el coeficiente de reducción total para cada actividad adopta la expresión:

$$C_t = 1 - ((1 - C_m) \times C_f)$$

Se han calculado los coeficientes de reducción de días festivos para cada mes, y con ellos y los de reducción por meteorología se obtienen el número de días trabajables netos en función de la climatología y del número de días festivos:

	COEFICIENTE FESTIVOS	EXPLANACIONES	HORMIGONES HIDRÁULICOS	PRODUCC. ARIDOS	RIEGOS	MBC
MED ANUAL	0,68	0,74	0,85	0,89	0,44	0,59
C_t		0,82	0,90	0,93	0,62	0,72

	COEFICIENTE FESTIVOS	EXPLANACIONES	HORMIGONES HIDRÁULICOS	PRODUCC. ARIDOS	RIEGOS	MBC
		DIAS				
ENERO		17,25	18,88	19,43	12,96	15,12
FEBRERO		16,43	17,98	18,50	12,34	14,40
MARZO		17,25	18,88	19,43	12,96	15,12
ABRIL		16,43	17,98	18,50	12,34	14,40
MAYO		18,07	19,78	20,35	13,57	15,84
JUNIO		16,43	17,98	18,50	12,34	14,40
JULIO		17,25	18,88	19,43	12,96	15,12
AGOSTO		17,25	18,88	19,43	12,96	15,12
SEPTIEMBRE		17,25	18,88	19,43	12,96	15,12
OCTUBRE		18,07	19,78	20,35	13,57	15,84
NOVIEMBRE		16,43	17,98	18,50	12,34	14,40
DICIEMBRE		16,43	17,98	18,50	12,34	14,40
DÍAS TRABAJABLES		204,57	223,91	230,33	153,63	179,26

2 HIDROLOGÍA

2.1 OBJETO

El objeto de este apartado es definir y justificar la red de drenaje a ejecutar en las obras contempladas en el Proyecto de Construcción de la Variante Sur de Markina, partiendo para ello del establecimiento de los caudales de escorrentía de cálculo en base a las máximas intensidades de lluvia previsibles en la zona de proyecto.

2.2 NORMATIVA

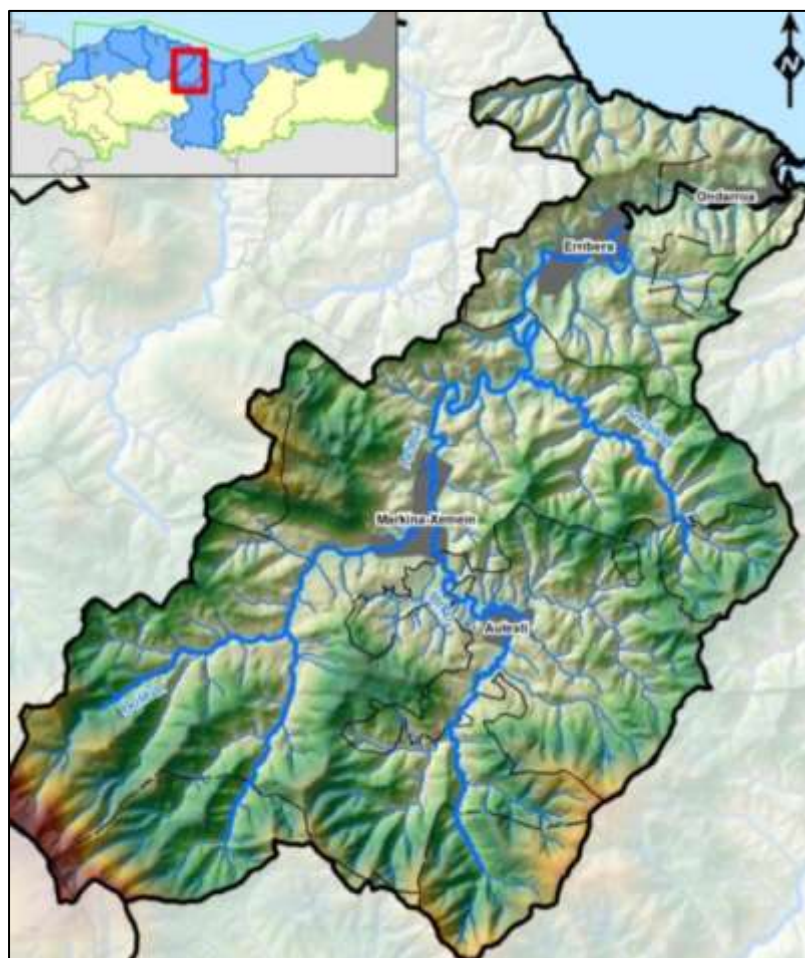
El cálculo de la red de drenaje se ha realizado siguiendo las indicaciones contenidas en la Orden FOM/298/2016, de 15 de febrero, por la que se aprueba la Norma 5.2 – IC Drenaje Superficial, de la Instrucción de Carreteras.

2.3 DESCRIPCIÓN DE LA RED HIDROGRÁFICA

El tramo de estudio está situado aguas arriba de la confluencia del río Urko con el Artibai, pertenecientes a la Unidad Hidrológica Artibai, y en concreto se trata de un corredor Oeste-Este que parte de la rotonda actual de la BI-633, cercana al cauce del Artibai, y llega hasta la confluencia del ultimo afluente del río Urko por la izquierda (regata Muniberreka).



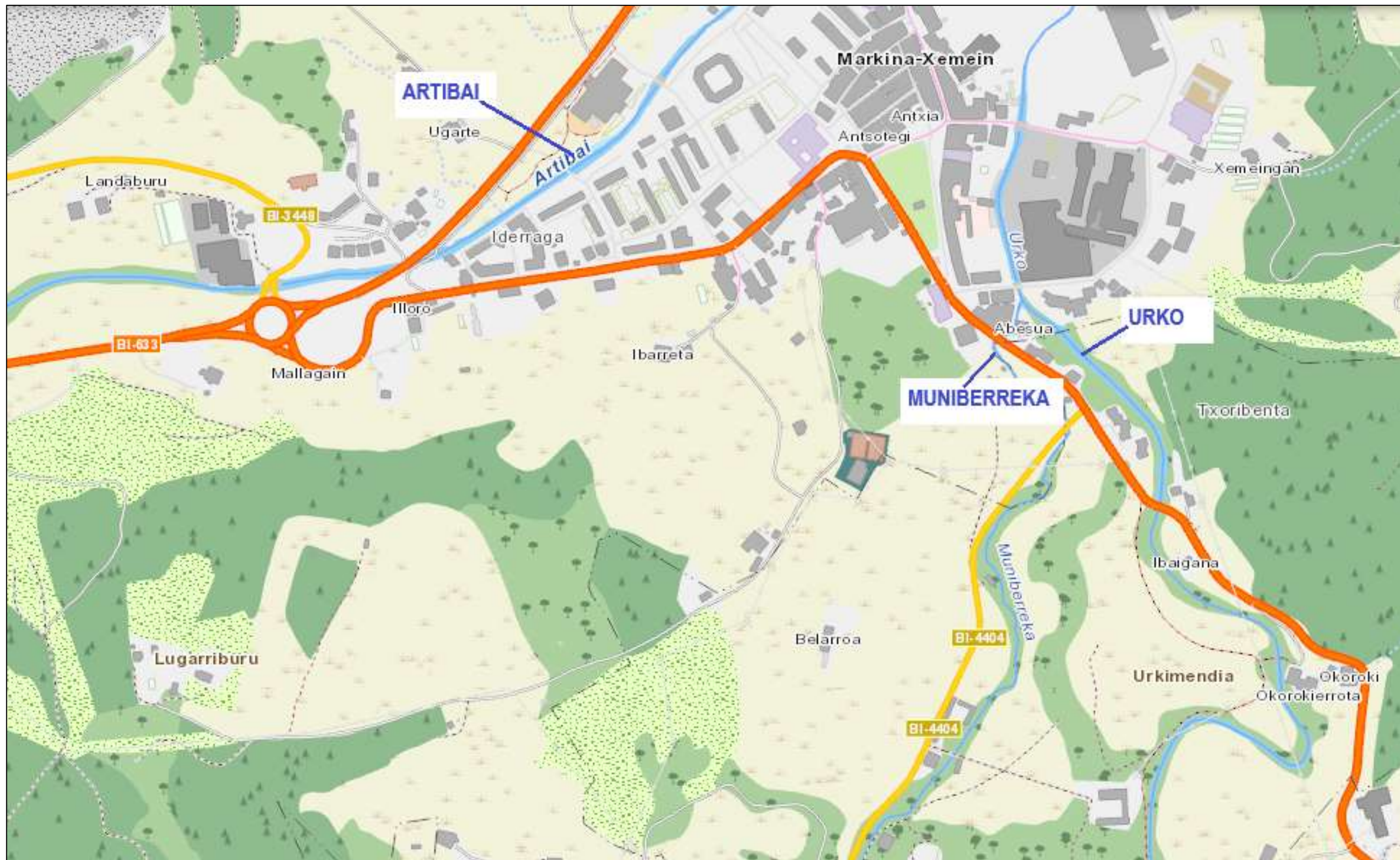
La unidad hidrológica Artibai está formada por las cuencas vertientes de sus tres afluentes primarios: Bolibar, Urko y Amailoa, y por las de una serie de pequeños ríos costeros. Ocupa una superficie total de 110 km².



La cuenca principal de la unidad es la del río Artibai, que ocupa 104 km², y está formado por la confluencia de los ríos Bolibar (12,1 km²), Urko (34,7 km²) y Amailoa (13,2 km²).

En la zona de estudio, la cuenca estimable del Artibai es de unos 31,7 km², la del Urko es la totalidad de la cuenca ya que la actuación se sitúa cercana a su confluencia con el cauce del Artibai (estimable por lo tanto en 34,7 km²), y también se actúa en la parte baja de la regata Muniberreka, afluente del Urko, cuya cuenca es de 2,9 km².

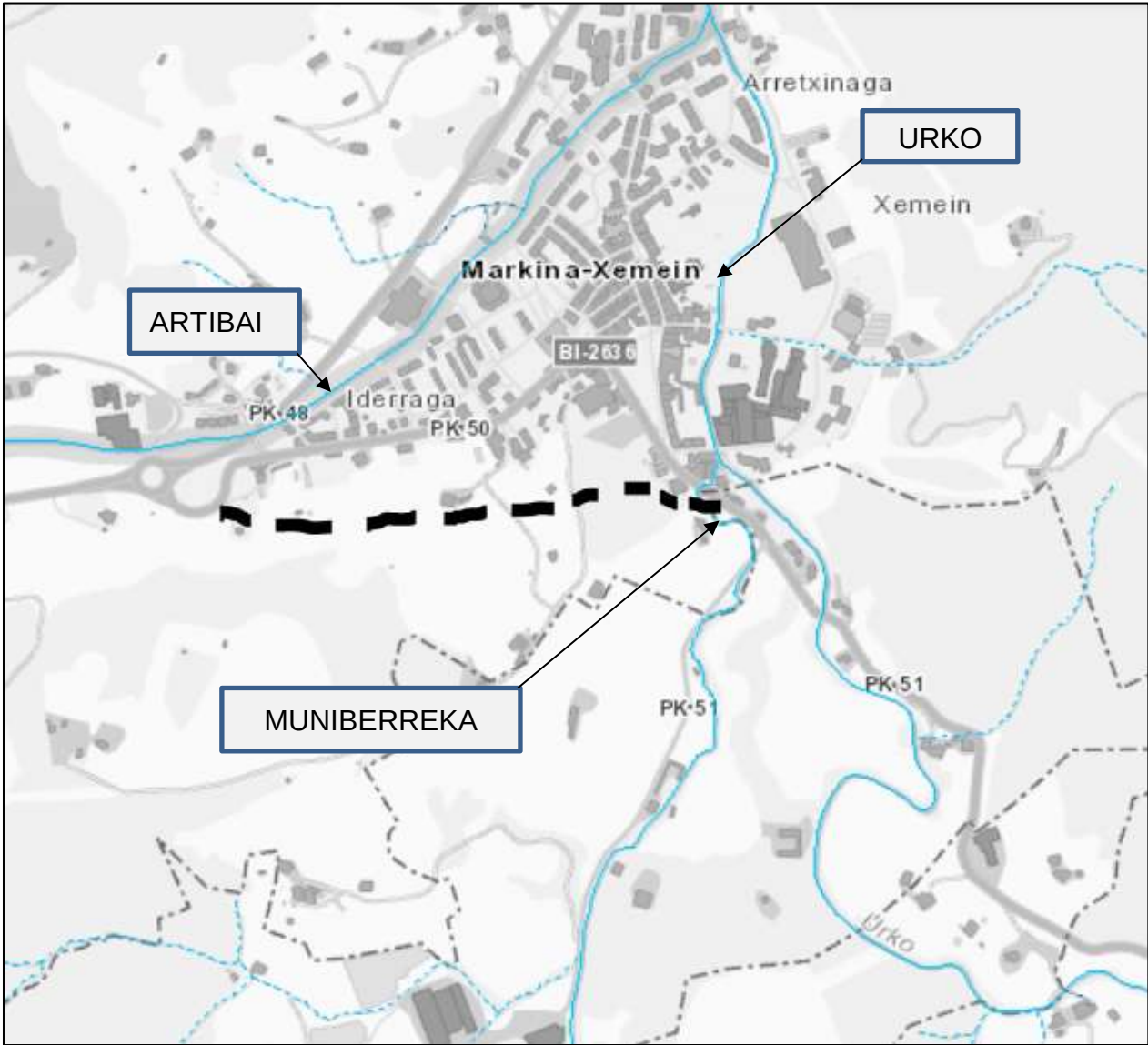
No se localizan más cursos de agua permanentes, o incluso no permanentes pero clasificados como tales, en la zona abarcada por el proyecto. (jerarquías 3 y 4 de acuerdo con la categorización de masas de aguas establecida por GV y reflejada en el visor de Geoeuskadi).



Fuente: visor geoEuskadi (Gobierno Vasco)

2.4 DESCRIPCIÓN DE LAS CUENCAS INTERCEPTADAS

Como puede observarse en la caracterización de masas de agua y en el plano de cuencas que se adjunta en la página siguiente, la nueva variante proyectada intercepta tan solo una cuenca topográfica o natural: la de la regata Muniberreka, que se salva mediante una serie de estructuras incluidas en el proyecto (estructuras de la zona de la nueva rotonda de Txoribenta o eje 3).

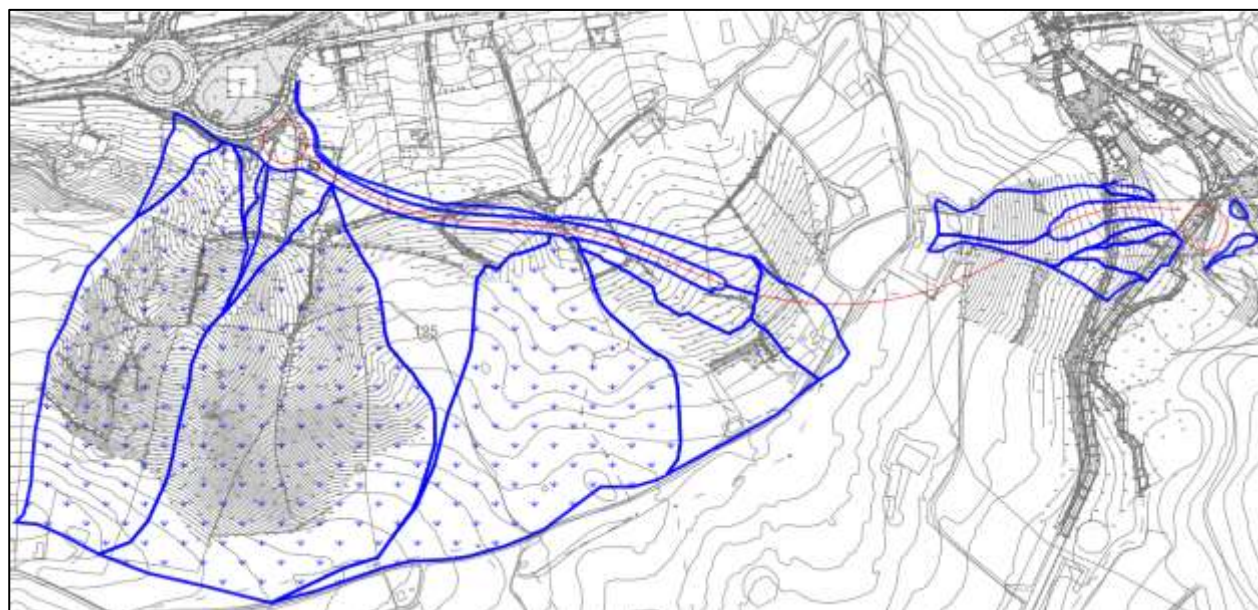


Las restantes cuencas interceptadas corresponden bien a vaguadas sin curso de agua definido (tres cuencas principales asociadas a ODTs del nuevo trazado), o bien se trata de cuencas secundarias generadas por el trazado de la variante y sus taludes, que vierten a sus elementos de drenaje de la plataforma y márgenes.

Las principales características que se analizan en ellas son, su superficie total, longitud de recorrido por el fondo de vaguada o en flujo difuso, y pendiente media de las mismas.

Se adjunta a continuación una tabla con las características de estas cuencas, principales y secundarias:

CUENCA	ÁREA (km²)	LONGITUD (m)	Z _{máx} (m)	Z _{mín} (m)	p _{med} (m/m)	TIPO
C-0a	0.0025	104	115	90	0,24	Secundaria
C-0b	0.0009	74	103	92	0,15	Secundaria
C-0c	0.0009	64	121	93	0,44	Secundaria
C-0d	0.0039	152	121	95	0,17	Secundaria
C1	0,0422	434	192	93	0,23	Principal
C2	0,0635	383	167	95	0,19	Principal
C3	0.0165	308	160	103	0,19	Secundaria
C4	0.0471	492	170	100	0.14	Principal
C5	0,0150	177	138	114	0,14	Secundaria
C6	0,0041	26			0,75	Secundaria
C7	0,0049	105	132	115	0,16	Secundaria
C8	0,0031	17			0,85	Secundaria
C9	0,0015	7			0,66	Secundaria
C10	0,0051	82	126	106	0,45	Secundaria
C11	0,0026	110			0,80	Secundaria
C12	0,0015	63	104	89	0,24	Secundaria
C13	0,0022	84	100	85	0,18	Secundaria
C14	0,0007	76	98	85	0,17	Secundaria
C15	0,0004	47	95	85	0,21	Secundaria
C16	0,0004	9			0,80	Secundaria



En el Apéndice nº 1 se incorpora el plano de cuencas vertientes del nuevo trazado.

2.5 OTRAS CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DE LAS CUENCAS INTERCEPTADAS

Además de las características físicas ya comentadas, para la determinación del caudal de escorrentía es necesario establecer el tiempo de concentración de cada cuenca, que es función básicamente, de la geometría de la misma (de su longitud y su pendiente).

Tiempo de concentración – Es el tiempo mínimo necesario para que, desde el comienzo del aguacero, toda la superficie de la cuenca esté aportando escorrentía al punto de desagüe.

La expresión para el tiempo de concentración, de acuerdo con la Instrucción 5.2-IC, es:

$$T_c = 0,3 \left(\frac{L}{J^{1/4}} \right)^{0,76} \cdot 60$$

siendo:

T_c: tiempo de concentración en minutos

L: longitud del curso principal en km

J: pendiente media del curso principal

Debiendo tantearse diferentes cauces o recorridos y escogiéndose siempre el que de un valor mayor del T_c.

En cuencas principales pequeñas y, en general, cuando la expresión anterior dé valores de T_c por debajo de 0,25h, puede considerarse que el tiempo de concentración ya no depende exclusivamente de la longitud y la pendiente, sino que es preciso considerar el tiempo de recorrido en flujo difuso sobre el terreno, que varía en función de las características de la cobertura del terreno, y que se obtiene por aplicación de la expresión:

$$T_c = 2 * L_{dif}^{0,408} * n_{dif}^{0,3129} * J_{dif}^{-0,209}$$

La diferencia entre una tipología u otra de superficies queda incorporada a la expresión anterior en el valor de n_{dif} , que es un coeficiente adimensional tabulado.

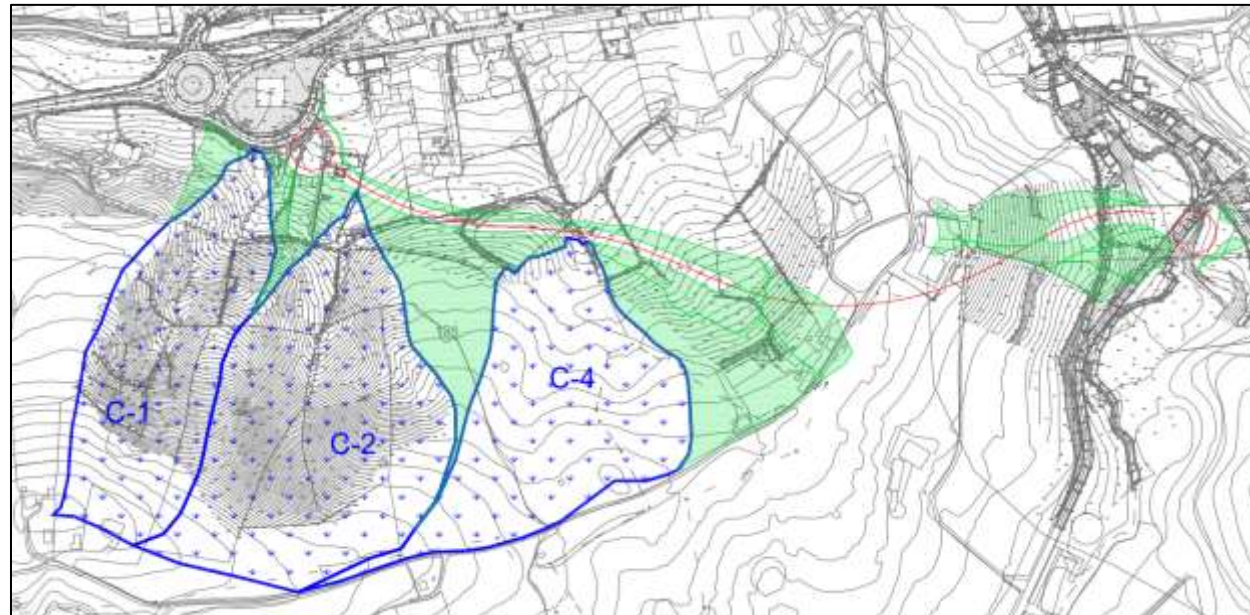
TABLA 2.1.- VALORES DEL COEFICIENTE DE FLUJO DIFUSO n_{dif}

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

Esta expresión también es de aplicación para cuencas secundarias, y para aceras, viales, y otras superficies poco permeables en las que el agua se encuentra en condiciones más favorables para su circulación, y en las que, en consecuencia, el tiempo de concentración es bajo. El valor mínimo para el tiempo de concentración se establece en 5 minutos (0,083 horas).

2.5.1 CUENCAS EN FUNCIÓN DEL TIPO DE FLUJO

En este caso se muestra una imagen en la que figuran, en color azul, las cuencas en las que el flujo se considera canalizado, en su totalidad o parcialmente, a través de fondos de vaguada ya que como se ha comentado en este tramo no existen cauces topográficos fuera del Muniberreka, y en las que el tiempo de concentración depende solo de la longitud y la pendiente. Se trata de las cuencas principales de las ODTs del trazado o cuencas C-1, C-2 y C-4. En color verde se aprecian las cuencas en las que solo es posible considerar flujo difuso, sin un camino definido de forma clara por ningún cauce o fondo de vaguada, y en las que el tiempo de concentración depende, aparte de la longitud y la pendiente, de un coeficiente de flujo que varía en función de las características de la cobertura del terreno.



Se adjunta a continuación una tabla de cálculo que incluye las características físicas de las cuencas interceptadas por el nuevo trazado y su tiempo de concentración:

La cobertura vegetal, tal y como se aprecia en la imagen adjunta, es media en la zona oeste del túnel (predominio de prados), entre media y baja en la boca este, y puede considerarse nula en la zona de desmontes generados por la obra proyectada.



CARACTERÍSTICAS DE LAS CUENCAS									
CUENCA	ÁREA	CARACTERIZACIÓN	LONGITUD MÁX	COTA MAX	COTA MIN	DESNIVEL	PENDIENTE MED	T _c	n difuso
nº	A (km ²)		L (m)	(m)	(m)	(m)	(m/m)	(h)	
NUEVO TRAZADO VARIANTE									
cuencas principales									
C-1	0,0422	>0,02 km2	434	192	93	100	0,23	0,375	0,311
C-2	0,0635	>0,02 km2	383	167	95	73	0,19	0,339	0,232
C-4	0,0471	>0,02 km2	492	170	100	70	0,14	0,253	
cuencas secundarias									
C-0a	0,0025	<0,02 km2	104	115	90	25	0,24	0,177	0,186
C-0b	0,0009	<0,02 km2	74	103	92	11	0,15	0,168	0,180
C-0c	0,0009	<0,02 km2	64	121	93	28	0,44	0,135	0,221
C-0d	0,0039	<0,02 km2	152	121	95	26	0,17	0,229	0,206
C-3	0,0165	<0,02 km2	308	160	103	57	0,19	0,317	0,244
C-5	0,0150	<0,02 km2	177	138	114	24	0,14	0,258	0,214
C-6	0,0041	<0,02 km2	26				0,75	0,083	0,050
C-7	0,0049	<0,02 km2	105	132	115	17	0,16	0,182	0,156
C-8	0,0031	<0,02 km2	17				0,85	0,083	0,050
C-9	0,0015	<0,02 km2	7				0,66	0,083	0,050
C-10	0,0051	<0,02 km2	82	126	106	20	0,45	0,125	0,127
C-11	0,0026	<0,02 km2	110				0,80	0,115	0,098
C-12	0,0015	<0,02 km2	63	104	89	15	0,24	0,139	0,167
C-13	0,0022	<0,02 km2	84	100	85	15	0,18	0,170	0,180
C-14	0,0007	<0,02 km2	76	98	85	13	0,17	0,165	0,180
C-15	0,0004	<0,02 km2	47	95	85	10	0,21	0,083	0,015
C-16	0,0004	<0,02 km2	9				0,80	0,083	0,050

2.6 CÁLCULO DE CAUDALES MÁXIMOS DE ESCORRENTÍA

Partiendo de los parámetros anteriores se empleará la metodología establecida por la instrucción 5.2-IC de drenaje (método hidrometeorológico). Este método es adecuado para cuencas de menos de 50 km², condición que cumplen todas las cuencas delimitadas.

2.6.1 INFORMACIÓN PLUVIOMÉTRICA

Para la obtención de los caudales de escorrentía en las cuencas interceptadas aplicando el método hidrometeorológico establecido en la Instrucción, tras establecer su delimitación y principales características físicas, es necesario conocer las precipitaciones sobre ellas.

2.6.1.1 Precipitaciones y periodos de retorno de la precipitación

En primer lugar, es necesario conocer los valores de las máximas precipitaciones diarias sobre la zona de proyecto, ya que esta información constituye un dato esencial en el proceso de cálculo de los caudales de escorrentía.

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

Se dice que el período de retorno de un caudal es T cuando, como media, es superado una vez cada T años.

La Instrucción 5.2-IC de drenaje en su apartado 1.3.2 establece que el periodo de retorno a adoptar para el cálculo del drenaje transversal de una carretera será, como mínimo, de 100 años, aplicándose un valor que resulte también compatible con los criterios de la Administración Hidráulica competente, en este caso la Dirección de Aguas de Gobierno Vasco.

En este caso se genera un paso sobre la cuenca natural de la regata Muniberreka y se delimitan tres zonas de vaguada a las que es preciso dar continuidad y en las que, por lo tanto, se analizará el drenaje transversal de la calzada. En el caso de la regata Muniberreka, con una cuenca vertiente de 2,9 km² y cauce natural catalogado, serán de aplicación los criterios de URA, que establecen una primera caracterización de las cuencas naturales que se basa en su tamaño, y que, para cuencas de más de 0,6 km², considera siempre un periodo de retorno de cálculo de 500 años:

S (Superficie Cuenca)	Estructura	Comentarios:
S < 0,06 Km ² (< 5 Has)		Se considera que es una escorrentía. Para superficies mayores se considera que es un arroyo. La obra de drenaje se dimensionará según la instrucción correspondiente.
S < 0,10 Km ² (< 10 Has)	Cajón justificado.	La obra de drenaje se dimensionará según la instrucción correspondiente. Atención a las dimensiones mínimas para inspección.
0,10 Km ² < S < 1,00 Km ²	Mínimo cajón de 2,00 x 2,00 m.	Justificación hidráulica.
S > 1,00 Km ²	Puente con estribos laterales y losa superior.	Justificación hidráulica. No actuar en el lecho del río. Para L < 40 m, se dispondrá un vano único.
Si se determinan para que grupo		No se admiten coberturas. Solamente puentes que permitan el tránsito (No zonas de aparcamientos o glorietsas).

Es decir, en el caso de los pasos sobre la regata Muniberreka será necesario el establecimiento de puentes con estribos y losa superior, no se podrá actuar en el lecho del río, y será necesaria una justificación hidráulica del paso bajo dichas estructuras de la avenida de 500 años. Los valores de dicha avenida se van a tomar del estudio hidráulico de referencia aportado por URA para este proyecto, y cuyas manchas inundables pueden consultarse a través del visor de Geoeuskadi.

Las otras tres zonas de vaguada interceptadas por el trazado (C-1, C-2 y C-4).no se corresponden a ningún curso de agua o cauce natural catalogado, motivo por el que no se han considerado de aplicación a las mismas los criterios de URA. Su área vertiente queda entre los 0,06 y 0,04 km², y, en consecuencia, se aplica para ellas únicamente el criterio para el cálculo del drenaje transversal de la Instrucción 5.2-IC que considera un periodo de retorno de 100 años. Por quedar del lado de la seguridad, se va a mantener también un análisis adicional de su funcionamiento para un periodo de retorno de 500 años.

Para el drenaje de plataforma y márgenes el periodo de retorno establecido en la Instrucción es de 25 años, salvo en casos excepcionales de desagüe por bombeo que no se dan en este proyecto.

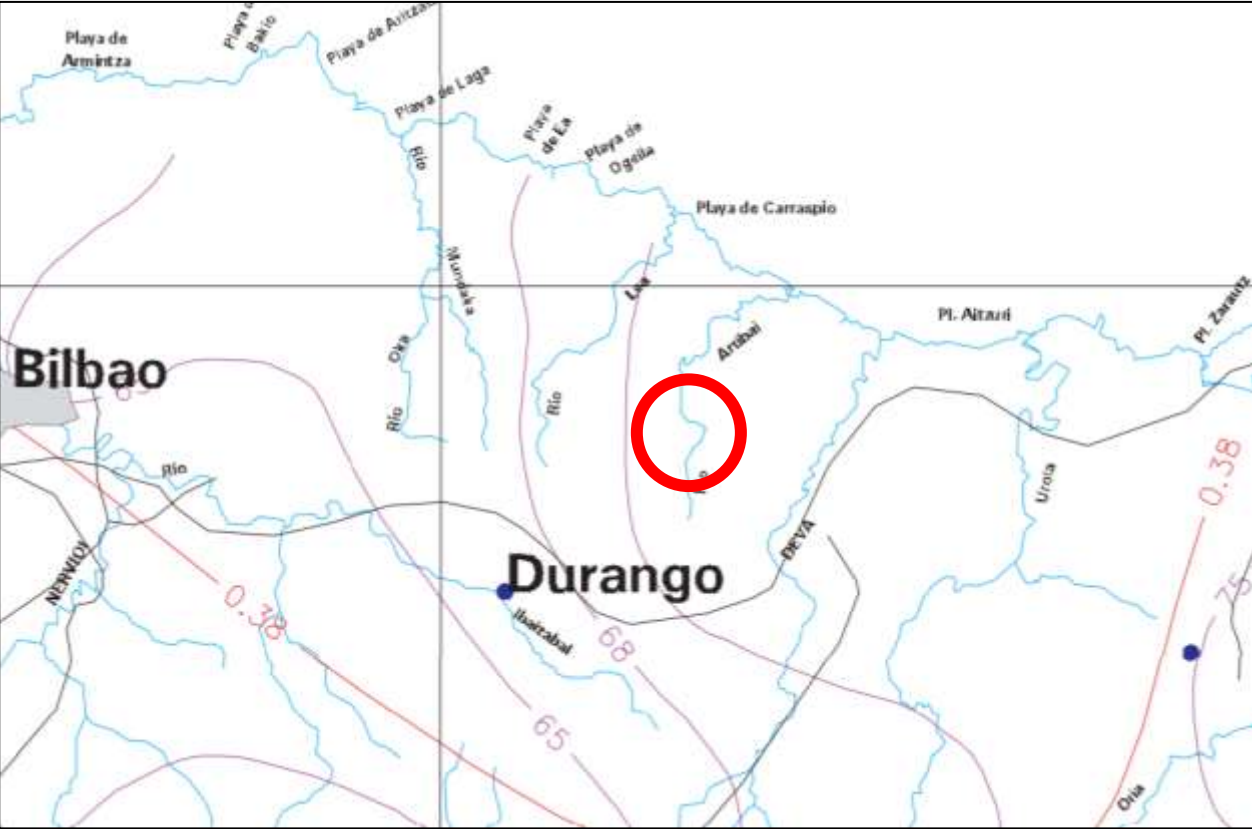
Estos dos son, por lo tanto, los periodos de retorno aplicados en este caso.

2.6.1.2 Intensidad máxima en 24 horas

Para la obtención de las precipitaciones máximas en 24 horas en diferentes periodos de retorno, se ha utilizado el método descrito en la publicación Máximas lluvias diarias en la España Peninsular, Dirección General de Carreteras, Ministerio de Fomento (1999), en el que la precipitación diaria máxima total, para un determinado periodo de retorno, se establece según la siguiente secuencia de estimación de parámetros y cálculos:

Localización en los planos del punto geográfico deseado (hoja 3.1-Bilbao).

Estimación del valor medio de la máxima precipitación diaria anual ($P = 71 \text{ mm/día}$) y del coeficiente de variación ($C_v = 0.385$) mediante las isolinéas.



Obtención del cuantil regional (Y_t) y local (X_t):

PERIODO DE RETORNO	Y_t	X_t
10 años	1,4765	104,8
25 años	1,8005	127,8
100 años	2,3420	166,3
500 años	3,0405	215,9

De donde se deduce una precipitación máxima diaria total (P_d) de 127,8 mm/día y 166,3 mm/día para los periodos de retorno de 25 y 100 años respectivamente.

2.6.1.3 Intensidad media diaria de precipitación corregida

Teniendo en cuenta que el área de todas las cuencas es inferior a 1 km^2 ($K_A = 1$), la intensidad media diaria de precipitación corregida estimada para todas ellas según la metodología contenida en la Instrucción, en función del periodo de retorno, es la que se recoge en la siguiente tabla.

PERIODO DE RETORNO	K_A	P_d (mm/día)
10 años	1	104,8
25 años	1	127,8
100 años	1	166,3
500 años	1	215,9

2.6.2 UMBRAL DE ESCORRENTÍA

El umbral de escorrentía P_0 es el parámetro que determina la componente de la lluvia que escurre por superficie, también denominada lluvia neta. Su valor depende de las características del complejo suelo-vegetación de las cuencas vertientes del proyecto, y de las condiciones iniciales de humedad, y necesita ser conocido para aplicar el método de cálculo propuesto para la formulación del coeficiente de escorrentía.

Su estimación se hace en función de una serie de factores, tales como:

Condiciones iniciales de humedad

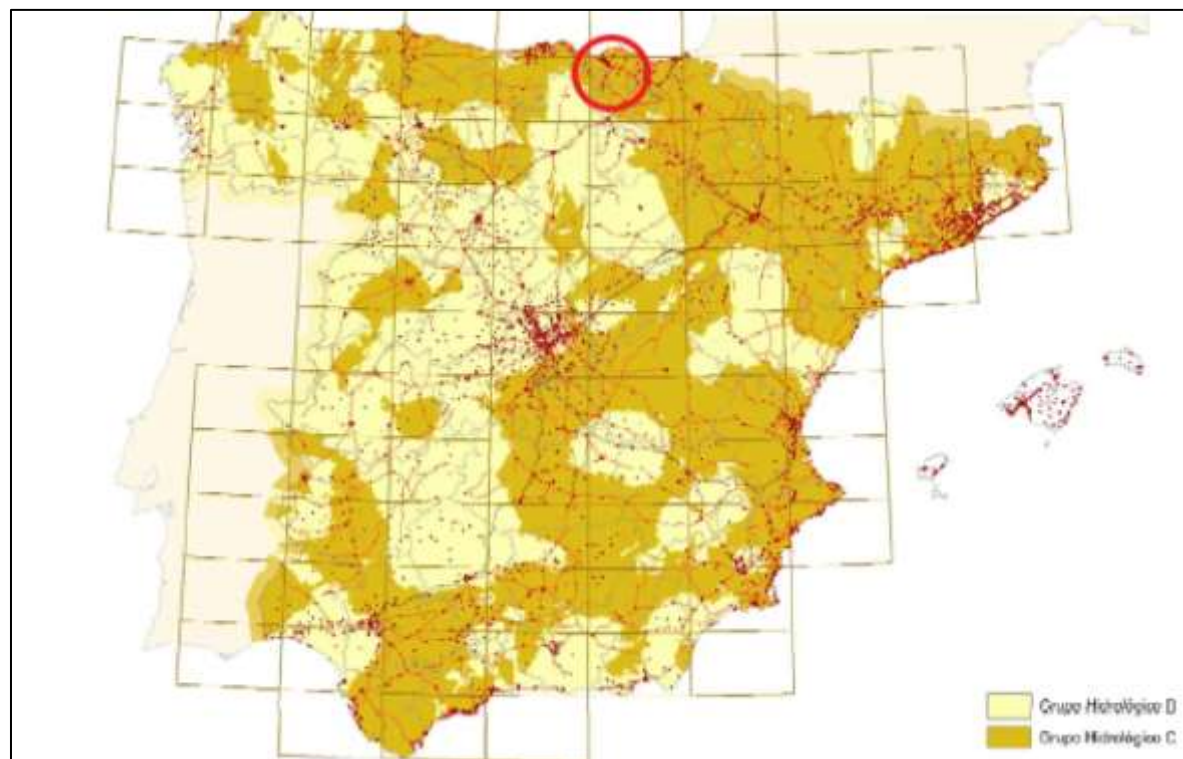
Usos del suelo y actividades agrarias

Pendiente media del terreno

Capacidad de infiltración del suelo, determinada por su litología y textura

El umbral P_0 calculado por este método considera que el estado previo de humedad en el suelo corresponde a unas condiciones húmedas, suposición coherente con la climatología del emplazamiento (clima templado y húmedo).

El suelo se puede clasificar como “grupo C”, de infiltración lenta cuando esta húmedo (ver mapa de grupos hidrológicos de suelo de la instrucción 5.2-IC).



Los usos del suelo de las zonas vertientes afectadas por el trazado se han valorado de acuerdo con el mapa de vegetación disponible en el visor de Geoeuskadi.

La pendiente media del terreno, tal y como se ha establecido en la caracterización de las cuencas vertientes del proyecto del apartado 2.4 es claramente > 3% (promedio estimable en un 20% de pendiente en las laderas que constituyen las cuencas, y de entre el 45% y el 80% en taludes excavados del nuevo trazado).

Con esta información, el valor medio de Po oscila entre 8 (códigos 11200 y 11210), 14 (códigos 24410 y 32100), 18 (código 23100 y 24120), 19 (código 31130), 22 (código 32430), y 31 (código 31300), con un valor final en función de la proporción considerada en cada cuenca. En el apéndice nº 2 (AP2) se establece el porcentaje de usos del suelo considerados en cada cuenca y el umbral de escorrentía correspondiente. Como resumen, y sin considerar las cuencas generadas por los taludes de la obra proyectada, los valores resultantes de Po se encuentran mayoritariamente entre 17 y 18, con un valor promedio de 17,82.

La Instrucción 5.2-IC propone corregir este valor propio de cada cuenca y subcuenca mediante un factor regional que represente las condiciones de humedad previa que habitualmente puedan darse en la zona de estudio, en la época de máximo riesgo de altas precipitaciones. El factor puede obtenerse de la información de la propia cuenca si se dispone de datos suficientes y de parámetros de calibración adecuados. En caso contrario este factor regional se puede tomar a partir de los datos tabulados correspondientes a las distintas regiones según la figura y tablas de la instrucción 5.2-IC, que incluyen un valor medio y una corrección del mismo en función del periodo de retorno.



La región en este caso es la 13, de donde se obtiene un valor medio de 0,60. Para diferentes periodos de retorno de cálculo el factor a aplicar será:

Región	Valor medio, β_m	Desviación respecto al valor medio para el intervalo de confianza del			Periodo de retorno T (años), F_T				
		50% Δ_{50}	67% Δ_{67}	90% Δ_{90}	2	5	25	100	500
11	0,90	0,20	0,30	0,50	0,80	0,90	1,13	1,34	1,59
12	0,95	0,20	0,25	0,45	0,75	0,90	1,14	1,33	1,56
13	0,60	0,15	0,25	0,40	0,74	0,90	1,15	1,34	1,55
21	1,20	0,20	0,35	0,55	0,74	0,88	1,18	1,47	1,90
22	1,50	0,15	0,20	0,35	0,74	0,90	1,12	1,27	1,37

Conviene mencionar que según recomendaciones del CEH y sólo a efectos de cálculo del coeficiente de escorrentía, es adecuado limitar el umbral de escorrentía a un valor de 35 mm una vez considerado el valor medio regional y el factor función del periodo de retorno, ya que para valores muy superiores resultarían umbrales demasiado altos que reducirían en exceso los coeficientes de escorrentía y, en la misma proporción, los caudales de cálculo.

Esta recomendación no es necesaria en este caso ya que los valores obtenidos para el umbral de escorrentía corregido quedan por debajo de los 35 mm.

2.6.3 COEFICIENTE DE ESCORRENTÍA

La escorrentía es un fenómeno que depende de la geología del suelo, de la morfología de la cuenca, de los usos del suelo, y de la intensidad del aguacero.

Dada su difícil evaluación se pueden tomar como referencia los valores tabulados en la Instrucción 5.2-IC y establecer una media ponderada en función del tipo de superficies englobadas en cada subcuenca o superficie.

Más ajustado resulta aplicar la recomendación de la Instrucción que establece que el coeficiente de escorrentía depende de la razón entre la precipitación diaria Pd correspondiente al periodo de retorno y el umbral de escorrentía Po.

Si la razón Pd/Po fuera inferior a la unidad, el coeficiente C de escorrentía podrá considerarse nulo. En caso contrario, el valor de C podrá obtenerse de la fórmula,

$$C = \frac{\left[\left(\frac{Pd}{Po} \right) - 1 \right] \cdot [(Pd/Po) + 23]}{\left[\left(\frac{Pd}{Po} \right) + 11 \right]^2}$$

donde:

C: Coeficiente de escorrentía

Pd: Precipitación máxima diaria corregida (Pd*K_A siendo K_A un coeficiente adimensional reductor de la precipitación por área de la cuenca) correspondiente al período de retorno considerado (ya calculado en el apartado 2.6.1.3).

P0: Umbral de escorrentía

2.6.4 INTENSIDAD DE PRECIPITACIÓN

Un aguacero a efectos de cálculo queda definido por la intensidad I (mm/hora) de precipitación media, función de la duración del intervalo considerado y de la intensidad de precipitación media diaria (Pd/24) para un período de retorno de referencia, considerando siempre un factor reductor por área de la cuenca K_A.

Ese factor K_A, adimensional, también empleado en la estimación del coeficiente de escorrentía, tiene en cuenta la no simultaneidad de la lluvia en toda la superficie de la cuenca o subcuenca, y solo tiene un valor inferior a la unidad para cuencas de más de 1 km² de superficie, para las que se calcula como:

$$K_A = 1 - \frac{\log A}{15}$$

donde:

log A: Logaritmo decimal de la superficie de la cuenca A (Km²)

A partir de la precipitación máxima diaria corregida (Pd*K_A) se puede construir, por lo tanto, una curva que relaciona la duración del aguacero con la intensidad de éste y con la máxima intensidad diaria a partir de la siguiente expresión:

$$I = I_d \left(\frac{I_1}{I_d} \right)^{3,5287 - 2,5287 t^{0,1}}$$

donde:

I: Intensidad de la lluvia media en un intervalo de duración t para un período de retorno dado.

I_d: Intensidad de la lluvia diaria corregida para ese mismo período de retorno, I_d = Pd*K_A/24

I₁/I_d: índice de torrencialidad, que expresa la relación entre la intensidad de lluvia horaria y la media diaria corregida (figura 2.4 de la Instrucción 5.2-IC). En este caso el valor a aplicar es 9.



t: Duración de la lluvia en horas.

El conjunto de la expresión $\left(\frac{I_1}{I_d} \right)^{3,5287 - 2,5287 t^{0,1}}$ se denomina factor de intensidad e introduce la torrencialidad de la lluvia en el área de estudio.

2.6.5 CÁLCULO DE CAUDALES MÁXIMOS

El método de cálculo que se emplea para la obtención de los caudales máximos es el contenido en la Norma 5.2-IC: Drenaje o método racional, con su expresión general de cálculo, aplicable por tratarse de superficies homogéneas y no encontrarse en el Levante y Sureste peninsular.

$$Q_T = \frac{C \cdot I \cdot A}{3,6} \cdot K_T$$

siendo:

Q: Caudal, en m3/s

KT: Coeficiente adimensional que tiene en cuenta la falta de uniformidad en la distribución temporal del aguacero.

$$K_T = 1 + \frac{t_c^{1,25}}{t_c^{1,25} + 14}$$

C: Coeficiente de escorrentía

I: Intensidad de lluvia, en mm/h, correspondiente a la duración y período de retorno considerados.

A: Superficie de la cuenca (en km2).

Se adjunta a continuación la tabla justificativa de los caudales de cálculo correspondientes, para 500, 100, 25 y 10 años de periodo de retorno, a las superficies de escorrentía del trazado resultante de la conexión de la carretera BI-2636 de Markina a Etxebarria. De estos valores se adoptará el que corresponda en cada caso.

También se ha añadido al final de la tabla el cálculo de las aportaciones, para un periodo de retorno de 25 años, de la propia calzada por metro lineal en diferentes secciones características (diferentes anchuras tipo), y por metro cuadrado.

CARACTERÍSTICAS DE LAS CUENCAS					PRECIPITACIONES		
CUENCA nº	ÁREA A (km²)	PENDIENTE MED (m/m)	T _c (h)	n difuso	PERIODO RETORNO T (años)	P MAX DIARIA (m/m)	INDICE TORRENCIALIDAD
NUEVO TRAZADO VARIANTE							
cuencas principales							
C-1	0,0422	0,23	0,375	0,311	500	215,9	9,00
			0,210		100	166,3	9,00
					25	127,8	9,00
					10	104,8	9,00
C-2	0,0635	0,19	0,339	0,232	500	215,9	9,00
			0,198		100	166,3	9,00
					25	127,8	9,00
					10	104,8	9,00
C-4	0,0471	0,14	0,253		500	215,9	9,00
			0,253		100	166,3	9,00
					25	127,8	9,00
					10	104,8	9,00
cuencas secundarias							
C-0a	0,0025	0,24	0,177	0,186	500	215,9	9,00
			0,070		100	166,3	9,00
					25	127,8	9,00
					10	104,8	9,00
C-0b	0,0009	0,15	0,168	0,180	500	215,9	9,00
			0,060		100	166,3	9,00
					25	127,8	9,00
					10	104,8	9,00
C-0c	0,0009	0,44	0,135	0,221	500	215,9	9,00
			0,043		100	166,3	9,00
					25	127,8	9,00
					10	104,8	9,00
C-0d	0,0039	0,17	0,229	0,206	500	215,9	9,00
			0,100		100	166,3	9,00
					25	127,8	9,00
					10	104,8	9,00
C-3	0,0165	0,19	0,317	0,244	500	215,9	9,00
			0,169		100	166,3	9,00
					25	127,8	9,00
					10	104,8	9,00
C-5	0,0150	0,14	0,258	0,214	500	215,9	9,00
			0,118		100	166,3	9,00
					25	127,8	9,00

UMBRAL ESCORRENTÍA					COEFICIENTE DE ESCORRENTÍA			INTENSIDAD PRECIPIT.		CAUDAL DE CÁLCULO		
APROVECHAMIENTO SUELO	SUP IMPERM. %	P ₀ (mm)	FACTOR REGION 13	P ₀ CORREG (m/m)	COEF. AREAL K _A	PRECIP AREAL P (mm)	COEF. ESCORR C	F INTENSIDAD Fa	INTENSIDAD I (mm/h)	COEF. TEMPORAL K _T	Q (m³/s)	Q (l/s)
bosques plantación y herbazales		18,2	0,93	16,9	1,000	215,9	0,745	15,1192	135,99	1,0205	1,21	1 211,59
			0,80	14,6		166,3	0,712	15,1192	104,75		0,89	892,22
			0,69	12,6		127,8	0,679	15,1192	80,53		0,65	654,03
			0,61	11,1		104,8	0,654	15,1192	66,04		0,52	516,88
herbazales y bosques plantación		18,3	0,93	17,0	1,000	215,9	0,743	15,9145	143,15	1,0181	1,91	1 909,91
			0,80	14,7		166,3	0,710	15,9145	110,26		1,41	1 406,15
			0,69	12,6		127,8	0,677	15,9145	84,77		1,03	1 030,52
			0,61	11,2		104,8	0,652	15,9145	69,51		0,81	814,29
bosques plantación y herbazales		18,8	0,93	17,5	1,000	215,9	0,736	18,3627	165,17	1,0127	1,61	1 609,87
			0,80	15,1		166,3	0,703	18,3627	127,22		1,18	1 183,98
			0,69	12,9		127,8	0,669	18,3627	97,81		0,87	866,77
			0,61	11,5		104,8	0,645	18,3627	80,21		0,68	684,34
bosques plantación y herbazales		18,0	0,93	16,8	1,000	215,9	0,747	21,7924	196,02	1,0081	0,10	100,67
			0,80	14,5		166,3	0,715	21,7924	150,99		0,07	74,17
			0,69	12,4		127,8	0,682	21,7924	116,08		0,05	54,39
			0,61	11,0		104,8	0,657	21,7924	95,19		0,04	43,00
bosques plantación y herbazales		18,0	0,93	16,7	1,000	215,9	0,748	22,2872	200,47	1,0081	0,04	38,86
			0,80	14,5		166,3	0,715	22,2872	154,42		0,03	28,63
			0,69	12,4		127,8	0,682	22,2872	118,71		0,02	21,00
			0,61	11,0		104,8	0,658	22,2872	97,35		0,02	16,60
bosques plantación y herbazales		18,2	0,93	17,0	1,000	215,9	0,744	24,6748	221,95	1,0081	0,04	40,78
			0,80	14,7		166,3	0,711	24,6748	170,96		0,03	30,03
			0,69	12,6		127,8	0,678	24,6748	131,43		0,02	22,01
			0,61	11,2		104,8	0,654	24,6748	107,78		0,02	17,39
bosques plantación y herbazales		18,2	0,93	17,0	1,000	215,9	0,744	19,2811	173,43	1,0112	0,14	140,28
			0,80	14,7		166,3	0,712	19,2811	133,59		0,10	103,30
			0,69	12,6		127,8	0,678	19,2811	102,70		0,08	75,72
			0,61	11,2		104,8	0,654	19,2811	84,22		0,06	59,84
bosques plantación y herbazales		16,5	0,93	15,3	1,000	215,9	0,771	16,4610	148,06	1,0167	0,53	533,26
			0,80	13,2		166,3	0,741	16,4610	114,05		0,39	394,36
			0,69	11,4		127,8	0,709	16,4610	87,68		0,29	290,32
			0,61	10,1		104,8	0,686	16,4610	71,90		0,23	230,18
herbazales y bosques plantación		17,9	0,93	16,6	1,000	215,9	0,750	18,1844	163,56	1,0130	0,52	518,72
			0,80	14,4		166,3	0,718	18,1844	125,99		0,38	382,31
			0,69	12,3		127,8	0,685	18,1844	96,86		0,28	280,48

CARACTERÍSTICAS DE LAS CUENCAS					PRECIPITACIONES		
CUENCA nº	ÁREA A (km²)	PENDIENTE MED (m/m)	T _c (h)	n difuso	PERIODO RETORNO T (años)	P MAX DIARIA (m/m)	INDICE TORRENCIALIDAD
					10	104,8	9,00
C-6	0,0041	0,75	0,083	0,050	500	215,9	9,00
					100	166,3	9,00
					25	127,8	9,00
					10	104,8	9,00
C-7	0,0049	0,16	0,182	0,156	500	215,9	9,00
			0,076		100	166,3	9,00
					25	127,8	9,00
					10	104,8	9,00
C-8	0,0031	0,85	0,083	0,050	500	215,9	9,00
					100	166,3	9,00
					25	127,8	9,00
					10	104,8	9,00
C-9	0,0015	0,66	0,083	0,050	500	215,9	9,00
					100	166,3	9,00
					25	127,8	9,00
					10	104,8	9,00
C-10	0,0051	0,45	0,125	0,127	500	215,9	9,00
			0,052		100	166,3	9,00
					25	127,8	9,00
					10	104,8	9,00
C-11	0,0026	0,80	0,115	0,098	500	215,9	9,00
					100	166,3	9,00
					25	127,8	9,00
					10	104,8	9,00
C-12	0,0015	0,24	0,139	0,167	500	215,9	9,00
			0,048		100	166,3	9,00
					25	127,8	9,00
					10	104,8	9,00
C-13	0,0022	0,18	0,170	0,180	500	215,9	9,00
			0,063		100	166,3	9,00
					25	127,8	9,00
					10	104,8	9,00
C-14	0,0007	0,17	0,165	0,180	500	215,9	9,00
			0,059		100	166,3	9,00
					25	127,8	9,00
					10	104,8	9,00
C-15	0,0004	0,21	0,083	0,015	500	215,9	9,00
			0,039		100	166,3	9,00
					25	127,8	9,00
					10	104,8	9,00
C-16	0,0004	0,80	0,083	0,050	500	215,9	9,00
					100	166,3	9,00
					25	127,8	9,00

UMBRAL ESCORRENTÍA					COEFICIENTE DE ESCORRENTÍA			INTENSIDAD PRECIPIT.		CAUDAL DE CÁLCULO		
APROVECHAMIENTO SUELO	SUP IMPERM. %	P _o (mm)	FACTOR REGION 13	P _o CORREG (m/m)	COEF. AREAL K _A	PRECIP AREAL P (mm)	COEF. ESCORR C	F INTENSIDAD Fa	INTENSIDAD I (mm/h)	COEF. TEMPORAL K _T	Q (m³/s)	Q (l/s)
			0,61	10,9		104,8	0,660	18,1844	79,43		0,22	221,81
taludes		7,3	0,93	6,8	1,000	215,9	0,921	30,5602	274,88	1,0032	0,29	292,54
			0,80	5,9		166,3	0,906	30,5602	211,73		0,22	221,78
			0,69	5,1		127,8	0,891	30,5602	162,78		0,17	167,53
			0,61	4,5		104,8	0,878	30,5602	133,49		0,14	135,45
herbazales		16,5	0,93	15,4	1,000	215,9	0,770	21,4730	193,15	1,0084	0,20	202,78
			0,80	13,3		166,3	0,740	21,4730	148,77		0,15	149,94
			0,69	11,4		127,8	0,708	21,4730	114,38		0,11	110,36
			0,61	10,1		104,8	0,684	21,4730	93,79		0,09	87,49
taludes		7,3	0,93	6,8	1,000	215,9	0,921	30,5602	274,88	1,0032	0,22	217,04
			0,80	5,9		166,3	0,906	30,5602	211,73		0,16	164,54
			0,69	5,1		127,8	0,891	30,5602	162,78		0,12	124,29
			0,61	4,5		104,8	0,878	30,5602	133,49		0,10	100,49
taludes		7,3	0,93	6,8	1,000	215,9	0,921	30,5602	274,88	1,0032	0,10	103,34
			0,80	5,9		166,3	0,906	30,5602	211,73		0,08	78,34
			0,69	5,1		127,8	0,891	30,5602	162,78		0,06	59,18
			0,61	4,5		104,8	0,878	30,5602	133,49		0,05	47,85
herbazales-taludes		13,5	0,93	12,5	1,000	215,9	0,820	25,5518	229,83	1,0053	0,27	265,96
			0,80	10,8		166,3	0,793	25,5518	177,03		0,20	198,19
			0,69	9,3		127,8	0,765	25,5518	136,10		0,15	147,06
			0,61	8,2		104,8	0,744	25,5518	111,61		0,12	117,29
herbazales-taludes		11,3	0,93	10,5	1,000	215,9	0,855	26,4839	238,22	1,0048	0,15	149,31
			0,80	9,1		166,3	0,832	26,4839	183,49		0,11	111,91
			0,69	7,8		127,8	0,808	26,4839	141,07		0,08	83,54
			0,61	6,9		104,8	0,789	26,4839	115,68		0,07	66,93
herbazales		17,0	0,93	15,8	1,000	215,9	0,764	24,3206	218,76	1,0060	0,07	70,11
			0,80	13,6		166,3	0,732	24,3206	168,50		0,05	51,78
			0,69	11,7		127,8	0,700	24,3206	129,54		0,04	38,07
			0,61	10,4		104,8	0,676	24,3206	106,23		0,03	30,16
herbazales		18,0	0,93	16,7	1,000	215,9	0,748	22,1869	199,57	1,0077	0,09	90,31
			0,80	14,5		166,3	0,715	22,1869	153,72		0,07	66,54
			0,69	12,4		127,8	0,682	22,1869	118,18		0,05	48,80
			0,61	11,0		104,8	0,658	22,1869	96,91		0,04	38,58
herbazales		18,0	0,93	16,7	1,000	215,9	0,748	22,4792	202,20	1,0075	0,03	28,10
			0,80	14,5		166,3	0,715	22,4792	155,74		0,02	20,71
			0,69	12,4		127,8	0,682	22,4792	119,73		0,02	15,19
			0,61	11,0		104,8	0,658	22,4792	98,19		0,01	12,01
taludes		7,3	0,93	6,8	1,000	215,9	0,921	30,5602	274,88	1,0032		26,81
			0,80	5,9		166,3	0,906	30,5602	211,73			20,33
			0,69	5,1		127,8	0,891	30,5602	162,78			15,35
			0,61	4,5		104,8	0,878	30,5602	133,49			12,41
taludes		7,3	0,93	6,8	1,000	215,9	0,921	30,5602	274,88	1,0032		26,02
			0,80	5,9		166,3	0,906	30,5602	211,73			19,73
			0,69	5,1		127,8	0,891	30,5602	162,78			14,90

CARACTERÍSTICAS DE LAS CUENCAS				PRECIPITACIONES			
CUENCA nº	ÁREA A (km²)	PENDIENTE MED (m/m)	T _c (h)	n difuso	PERIODO RETORNO T (años)	P MAX DIARIA (m/m)	INDICE TORRENCIALIDAD
					10	104,8	9,00
calzadas y auxiliares							
ml calzada: 7 +3+4,5 m - 14,5 m	0,000015	0,005	0,083	0,015	25	127,8	9,00
					10	104,8	9,00
ml calzada con berma: 8 +3+4,5 m -15,5 m	0,000016	0,005	0,083	0,015	25	127,8	9,00
					10	104,8	9,00
ml calzada conexiones rotondas: 22 m	0,000022	0,005	0,083	0,015	25	127,8	9,00
					10	104,8	9,00
ml calzada bocas túnel BO: 24 m	0,000024	0,005	0,083	0,015	25	127,8	9,00
					10	104,8	9,00
ml calzada bocas túnel BE: 27 m	0,000027	0,005	0,083	0,015	25	127,8	9,00
					10	104,8	9,00
ml rotonda oeste: 13,5 m	0,000014	0,005	0,083	0,015	25	127,8	9,00
					10	104,8	9,00
ml rotonda este: 12,0 m	0,000012	0,005	0,083	0,015	25	127,8	9,00
					10	104,8	9,00
m2 calzadas	0,000001	0,005	0,083	0,015	25	127,8	9,00
					10	104,8	9,00
m2 taludes	0,000001	0,005	0,083	0,015	25	127,8	9,00
					10	104,8	9,00

UMBRAL ESCORRENTÍA					COEFICIENTE DE ESCORRENTÍA			INTENSIDAD PRECIPIT.		CAUDAL DE CÁLCULO		
APROVECHAMIENTO SUELO	SUP IMPERM. %	P _o (mm)	FACTOR REGION 13	P _o CORREG (m/m)	COEF. AREAL K _A	PRECIP AREAL P (mm)	COEF. ESCORR C	F INTENSIDAD Fa	INTENSIDAD I (mm/h)	COEF. TEMPORAL K _T	Q (m³/s)	Q (l/s)
			0,61	4,5		104,8	0,878	30,5602	133,49			12,05
impermeable					1,000	127,8	0,990	30,5602	162,78	1,0032		0,65
						104,8	0,990	30,5602	133,49			0,53
impermeable					1,000	127,8	0,990	30,5602	162,78	1,0032		0,70
						104,8	0,990	30,5602	133,49			0,57
impermeable					1,000	127,8	0,990	30,5602	162,78	1,0032		0,99
						104,8	0,990	30,5602	133,49			0,81
impermeable					1,000	127,8	0,990	30,5602	162,78	1,0032		1,08
						104,8	0,990	30,5602	133,49			0,88
impermeable					1,000	127,8	0,990	30,5602	162,78	1,0032		1,21
						104,8	0,990	30,5602	133,49			0,99
impermeable					1,000	127,8	0,990	30,5602	162,78	1,0032		0,61
						104,8	0,990	30,5602	133,49			0,50
impermeable					1,000	127,8	0,990	30,5602	162,78	1,0032		0,54
						104,8	0,990	30,5602	133,49			0,44
impermeable					1,000	127,8	0,990	30,5602	162,78	1,0032		0,0449
						104,8	0,990	30,5602	133,49			0,44
taludes					1,000	127,8	0,891	30,5602	162,78	1,0032		0,0404
						104,8	0,878	30,5602	133,49			0,39

3 DRENAJE

El sistema de drenaje a proyectar debe ser capaz de recoger las aguas de escorrentía provenientes tanto de la plataforma como de los terrenos adyacentes de manera que éstas no invadan la calzada y el tráfico se desarrolle con total seguridad durante las precipitaciones (drenaje de la plataforma).

Por otro lado, el drenaje proyectado debe permitir la continuidad de la red de drenaje natural del terreno una vez ejecutadas las obras (drenaje transversal).

En los siguientes epígrafes se recogen la justificación y el cálculo de todos los dispositivos de drenaje proyectados.

3.1 PERIODOS DE RETORNO

Como ya se ha comentado en el apartado 2.6.1.1 de este anejo, siguiendo la Norma 5.2 – IC se ha adoptado un período de retorno de 25 años para el cálculo del drenaje longitudinal y de 100 años para el cálculo del drenaje transversal, con la excepción de las estructuras sobre el cauce de la regata Muniberreka, para las que el periodo de retorno de cálculo utilizado ha sido 500 años.

3.2 PUNTOS DE VERTIDO

Los puntos de vertido al medio proyectados con el nuevo trazado se corresponden, por el este, con la cuenca natural de la regata Muniberreka, y por el oeste, con las dos vaguadas correspondientes a las cuencas C-2 y C-4, y con la actual red de drenaje de la rotonda de inicio ya que la tercera de las vaguadas, la de la cuenca C-1, se encuentra actualmente interceptada por dicho drenaje, concretamente por el del ramal de salida desde la rotonda hacia Markina y canalizada a través de una serie de colectores hasta el cauce del Artibai.

3.3 DRENAJE LONGITUDINAL

3.3.1 PLANTEAMIENTO GENERAL

El drenaje longitudinal o drenaje de plataforma y márgenes se diseña mediante cunetas de borde de calzada, y cunetas de guarda en cabeza de desmontes o cunetas en tierras a pie de terraplén.

En total se definen cinco tipologías básicas de cunetas:

cuneta triangular de hormigón, simétrica, de 1,50 m de anchura y 0,125 m de profundidad, en los bordes de calzada y rotondas (cuneta de seguridad: taludes 6H:1V).

cuneta triangular de hormigón, asimétrica, de 0,70 m de anchura y 0,15 m de profundidad, en bordes de calzada de la BI-4404, y en la reposición de alguno de los caminos (eje 24).

cuneta trapecial de hormigón, simétrica, de 0,50 m en la base, 0,50 m de profundidad, y 1,50 m en cabeza, en cabezas de desmontes (taludes laterales 1H:1V).

cuneta trapecial en tierras, de 0,30 m en la base, 0,30 m de profundidad y 1,20 m en cabeza sobre el terreno natural (taludes laterales 1,5H:1V).

caz circular de ranura de Ø300 mm, prefabricado de hormigón, en el punto bajo de la sección tipo del interior del túnel.

Además de las anteriores tipologías básicas, ligadas al nuevo trazado, se definen otras dos tipologías ligadas a las reposiciones y conexiones con el medio actual:

en las conexiones con la BI-2636 en la entrada a Markina se empleará la tipología de las cunetas existentes: cuneta tipo ríola de hormigón, de 0,30 m de anchura, contra bordillo.

en encauzamiento de vaguadas a la entrada o salida de las ODT, cuando resulta necesario, se emplearán cunetas trapeciales encachadas, de 1,00 m de anchura en la base, taludes laterales 1H:1V, y entre 0,50 y 0,80 m de profundidad (anchuras resultantes en cabeza del encachado de entre 2,00 y 2,60 m). Estas cunetas encachadas, si la profundidad de la rasante exige alturas superiores a los 0,80 m, a partir de esa cota quedarán en tierras, con taludes laterales 1,5H:1V, y podrán ser revegetadas, lo que favorecerá su integración en el medio.

En las conexiones con caminos asfaltados o en tierras (accesos a parcelas, etc...) se han previsto pasos salvacunetas.

De acuerdo con el perfil longitudinal de la calzada proyectada, que incluye un punto alto en el pk 0+280 (eje 21), los vertidos del drenaje longitudinal se concentran en los dos puntos bajos que se generan en ambos extremos de la actuación (rotonda inicial o eje 2, y pk 0+840 del eje 21, junto a la nueva rotonda de Txoribenta). Las pendientes longitudinales desde el punto alto del trazado son constantes del 3,475% hacia la rotonda de inicio, y del 2,5% hacia la rotonda de Txoribenta.

Las cunetas de calzada copian la pendiente longitudinal de ésta, y en todas se ha verificado que las velocidades obtenidas para las aportaciones estimadas no provoquen erosiones en los propios elementos de drenaje, comprobando que queden por debajo de las máximas admisibles, que según en la Instrucción 5.2 IC son:

1,8 – 2,3 m/s en cunetas de tierra

4,5 - 6,0 m/s en cunetas de hormigón.

Las pendientes longitudinales mínimas serán se localizan en este caso tan solo en el punto alto y en los puntos bajos (acuerdos del trazado en alzado), imponiéndose valores mínimos del:

1% en cunetas de tierras

0,5% en cunetas de hormigón

Cuando las cunetas proyectadas (de calzada o de cabeza de desmonte) viertan en desmontes o terraplenes de la calzada se colocarán bajantes, que serán prefabricadas cuando los caudales desaguados sean reducidos, y escalonadas si alcanzan valores relevantes. En este proyecto, estas últimas, para favorecer su integración en el medio, se ejecutarán con escollera (escollera de tamaño medio concertada con hormigón).

El drenaje de la nueva calzada se proyecta mayoritariamente separativo, esto es, en los puntos en los que sea previsible la aportación de caudales directamente desde la calzada hacia las cunetas se prevén separadores hidrodinámicos antes del vertido de la escorrentía a cauces, vaguadas, ODTs u otros colectores. Los caudales sin contacto con la calzada tratan de evacuarse de manera independiente.

Teniendo en cuenta este objetivo, para la implantación de los colectores y red de drenaje longitudinal a concentrar en los separadores hidrodinámicos se ha tenido en consideración la disposición de los peraltes de la calzada proyectada, diseñándose líneas diferenciadas de drenaje de la plataforma en función de su paso por la plataforma, lo que ha dado lugar a la implantación de dos separadores hidrodinámicos en el tramo de proyecto: uno junto al punto bajo de la rotonda inicial (SH1 en el pk 0+044 del eje 21), y otro en el entorno del punto bajo del pk 0+840 del mismo eje, junto a la nueva rotonda de Txoribenta (SH2, en la margen izquierda del cauce de la regata Muniberreka). Es decir, finalmente se posicionan los separadores en los dos principales puntos de vertido de la nueva calzada, uno en el punto de vertido por el este y otro en el del oeste.

También como parte del drenaje longitudinal, en la zona del túnel se han dispuesto líneas de drenaje diferencias para las aguas procedentes de las filtraciones del terreno, y para la recogida de vertidos dentro del túnel:

Las primeras (recogida filtraciones) se concentran hacia colectores sin paso por separadores hidrodinámicos.

Las segundas (recogida vertidos) tienen por finalidad la rápida recogida y evacuación de los vertidos que se produzcan en el túnel, de manera que no contaminen las aguas de filtraciones. Estos vertidos se unirán a la red separativa conectada al correspondiente separador hidrodinámico (SH2 en este caso).

Además de las propias cunetas, de las bajantes, y de los separadores hidrodinámicos, para las líneas de drenaje se definen otros elementos complementarios del drenaje longitudinal.

Para las cunetas de calzada, una vez superada la longitud que establece su capacidad hidráulica, se colocarán arquetas sumidero, y colectores bajo las mismas de manera que los excedentes de escorrentía pasen a estos colectores a través de dichas arquetas-sumidero. Estas, a su vez, asegurarán o facilitarán la inspección y conservación de los dispositivos enterrados de desagüe (drenes bajo cuneta y colectores). Su interdistancia máxima, salvo justificación en contra, llegará en ocasiones a alcanzar los 100 m en tramos con pequeña curvatura, y se tratará de reducir a un máximo de 50 m entre arquetas en los tramos con mayores curvaturas. Además deberán colocarse arquetas en todos los cambios de alineación en planta o alzado.

Los colectores serán de PVC para diámetros 315, 400 y 500 mm, y de 600 mm en adelante, serán de hormigón. Bajo cuneta, y para la sección tipo general de firme, irán tendidos a una profundidad de 1,60 m medidos desde la parte alta de la misma en el caso de tubos de 315 y 400 mm, a 1,75 m para tubos de PVC de 500 mm, y a 1,90 m de profundidad en el caso de utilizarse colectores de 600 mm. En los PPKK en los que el paquete de suelo seleccionado alcance un espesor de 1 m, los colectores bajo cuneta se tenderán 50 cm por debajo de las profundidades citadas para dejar espacio al dren de firme. En ambos casos su pendiente longitudinal copiará la de la calzada y cuneta.

El diámetro mínimo, para favorecer el mantenimiento y limpieza, se ha fijado en 315 mm.

Para el dimensionamiento y diseño de los colectores se confirmará que la pendiente longitudinal máxima empleada garantiza una velocidad inferior a 6 m/s, y la pendiente longitudinal mínima se limitará 1% para evitar sedimentaciones. Cuando debido a la velocidad obtenida no se pueda sobrepasar una cierta pendiente longitudinal, el problema se resolverá mediante la instalación de arquetas o pozos de resalto, algo que no ha sido finalmente necesario en este proyecto.

La capacidad máxima de los colectores de drenaje de la calzada se calcula funcionando a sección llena (75%), sin entrar en carga.

Las arquetas sumidero se construirán de hormigón armado, de forma cuadrada, e irán dotadas de un arenero de profundidad mínima de 0,20 m. Sus dimensiones en planta dependerán de su profundidad y de las dimensiones de los colectores, manteniéndose un mínimo de 1,00x1,00 m interior en planta. Se dispondrán pates de acceso ya que en todas se superarán los 0,75 m de profundidad. La parte superior llevará rejilla, que será plana y deberá tener unas dimensiones adecuadas a la misma, con unas impostas para contener los pequeños derrames del terreno y para entroncar adecuadamente con la cuneta, quedando ligeramente por debajo de la sección de desagüe de la misma. La altura máxima para estas dimensiones mínimas será de 1,50 m. Por encima de los 1,5 m de profundidad, sus dimensiones mínimas en planta serán de 1,20x1,20 m interiores.

Cuando el punto de desagüe de una cuneta precise el cruce bajo la calzada se generarán caños o OTDLs.

Los desagües de estos caños podrán materializarse al terreno natural o a otros colectores. En este proyecto todos los caños o cruces bajo calzada diseñados en el drenaje longitudinal desaguan a otros colectores, pero en caso de que se diesen desagües al terreno natural, éstos se materializarían con boquillas con aletas de escollera fina concertada con hormigón, en puntos ya consolidados, y en los que, además, se analizarían las velocidades de salida para confirmar si resultaría necesaria la incorporación adicional de enchachados de escollera (para velocidades de salida superiores a 2,5 m/s para el caudal de diseño).

3.3.2 CÁLCULO HIDRÁULICO DE CUNETAS Y COLECTORES

La capacidad de desagüe de las cunetas y colectores se establece de acuerdo con la fórmula de Manning, apta para movimiento de agua en cauces abiertos, ya que no se admite en ningún caso que los colectores entren en carga, y por consiguiente el funcionamiento en los mismos será en todo momento en lámina libre.

$$Q = \sqrt{\frac{i \cdot S^2 \cdot R_H^{4/3}}{n^2}}$$

con:

Q: Caudal, en m³/s

I: Pendiente longitudinal, en mm.

S: Sección de la corriente de agua, en m²

RH: Radio hidráulico de la sección

N: Coeficiente de rugosidad de Manning

En el cálculo de la capacidad hidráulica se ha utilizado los siguientes parámetros de rugosidad.

Cunetas enchachadas: n=0,035

Cunetas en tierra: n = 0,025

Cunetas de hormigón: n = 0,015 – 0,013

Colectores de PVC: n=0.011 (diámetros 315, 400 y 500 mm)

Colectores de Hormigón: n=0.017-0,018 (diámetros 600 mm o superiores).

En los elementos enterrados pertenecientes a la red de drenaje longitudinal (colectores y caños), cuando la pendiente longitudinal de los mismos supere el 4% se deberán comprobar las condiciones de entrada y salida para confirmar que se cumple el funcionamiento propuesto (control a la entrada y aplicación de

fórmula de Manning). Además, la línea de energía quedará por debajo de las tapas y rejillas, y por debajo de los elementos de drenaje subterráneo (drenes bajo cuneta).

La capacidad hidráulica de las cuatro tipologías básicas de cunetas definidas, y de las dos auxiliares en conexiones, en aplicación de la expresión del apartado 3.3.2 y de los criterios generales expuestos, se recoge en el Apéndice nº 3 de este anejo (AP3).

3.3.3 APLICACIÓN A CALZADA PROYECTADA

Recorriendo la calzada proyectada desde el punto alto hacia los extremos este y oeste, las aportaciones a cada elemento de drenaje longitudinal y su dimensionamiento básico (interdistancia entre sumideros), así como las aportaciones a colectores y su dimensionamiento hidráulico (diámetro) se definen en la tabla adjunta (celdas azules: aportaciones y dimensionamiento sumideros en cunetas; celdas grises: aportaciones y dimensionamiento colectores)

	APORTACIONES UNITARIAS CALZADA			APORTACIONES UNITARIAS CUENCAS			APORT. UNITARIA	CUNETAS				APORTACIONES TOTALES l/s				COLECTORES						SEPARADORES HIDRODINÁMICOS				
	ANCHO	LONG	APORTACIÓN/ m	Nº	LONG	APORTACIÓN/ m	TOT	TIPO	SUMIDEROS CADA	%	RESG	CALZ	CUENCAS EXT	TOT	l/s q25 AÑOS	D	MIN	%	h	v		DESAGÜE	SUP.CA LZ	SUP.EXT	TOT (m2)	
EJE 4																										
IZQ	7,00	42	0,314347	Helipuerto	42	0,673223	0,987570	1,5 m	45 m	0,5	2,5	13,20	28,28	41,48	41,48	PVC 315		1,00	0,12	1,46	COLECT 1A	P2-ODT C1				
	13,50	26	0,606241	Helipuerto	30	0,353442	0,959683	1,5 m	45 m	0,5	2,5	15,76	10,60	26,37												
	13,50	19	0,606241	Helipuerto	19	1,685892	2,292133	1,5 m	30 m	0,5	2,5	11,52	32,03	43,55	69,92	PVC 315		1,00	0,16	1,66	COLECT 1B	P2-ODT C1				
	13,50	27	0,606241	Helipuerto	27	1,186369	1,792609	1,5 m	31 m	0,5	2,5	16,37	32,03	48,40												
	8,25	10	0,370480	Helipuerto	10	2,189322	2,559802	1,5 m	39 m	0,5	2,5	3,70	21,89	25,60	74,00	PVC 315		2,00	0,14	2,22	COLECT 1C	P4 COL 2-P3-ODT C1				
	8,25	31	0,370480	Helipuerto	31	0,706233	1,076713	1,5 m	40 m	0,5	2,5	11,48	21,89	33,38	33,38	PVC 315						P4-ODT C1				
DCHA	7,00	33	0,314347	C-0a	33	1,066489	1,380836	1,5 m	45 m	0,9	2,5	10,37	35,19	45,57	45,57	PVC 315		1,00	0,13	1,52	COLECT 0	COLECT 0				
				C-0a	18	1,066489	1,066489	1,5 m	55 m	0,9	2,5		19,20	19,20	64,76	PVC 315		1,00	0,16	1,66	COLECT 0	P1-ODT C1				
				C-0b	35	0,599926	0,599926	1,5 m	50 m	3,5	6,5		21,00	21,00	118,73	PVC 315		1,00	0,24	1,84	COLECT 4	P1-ODT C1				
EJE 2 ROT O																										
DCHA				C-0c									22,01	22,01												
				C-0d	64	1,183147	1,183147	1,5 m	65 m	1,7	2,5		75,72	75,72	97,73	PVC 315		1,00	0,21	1,81	COLECT 4	COLECT 4				
ISLETA CENTR	13,75	132	0,617467	Isleta rot	93,5	0,302410	0,919878	1,5 m	45 m	0,5	2,5	81,51	28,28	109,78	109,78	PVC 315		2,75	0,16	2,75	COLECT 2	P3-ODT C1				
EJE 21																										
DCHA	14,50	45	0,651147	C-3	45	1,402509	2,053657	1,5 m	55 m	3,48	2,5	29,30	63,11	92,41	92,41	PVC 315		0,75	0,22	1,58	COLECT 3	COLECT 3				
				C-3	82	1,402509	1,402509	1,5 m	80 m	3,48	2,5		115,01	115,01	115,01	PVC 315		3,69	0,15	3,11	COLECT 5	ODT C2				
				C-3	80	1,402509	1,402509	1,5 m	80 m	3,48	2,5		112,20	112,20	112,20	SUM						ODT C2				
	14,50	93	0,651147	C-6	93	1,047036	1,698184	1,5 m	25 m	0,5	2,5	60,56	97,37	157,93	157,93	PVC 315		2,66	0,21	2,95	COLECT 8	COLECT 8				
	23,80	18,5	1,068780	C-6	45	1,047036	2,115816	1,5 m	45 m	2,5	2,5	19,77	47,12	66,89	224,82	PVC 400		1,00	0,30	2,22	COLECT 8	COLECT 8				
				C-6	14	1,047036	1,047036	1,5 m	50 m	2,5	4,5		14,66	14,66	239,48	PVC 400		2,50	0,22	3,22	COLECT 8	P1-COLECT 11				
				C-6	31	1,047036	1,047036	BAJ EMBOQUILLE					32,46	32,46	32,46	PVC 315		2,46	0,08	1,84	COLEC 14 filtrac	P1-COL.TUNEL DCHA				
TÚNEL																										
				C-11									52,82	52,82	105,52	PVC 315		1,00	0,22	1,83		P4-COLECT 15				
	27,00	38	1,212482	C-11	38	0,349022	1,561503	1,5 m	60 m	2,5	2,5	46,07	13,26	59,34	406,96	PVC 500		1,00	0,37	2,57	COLECT 11	P11-COLECT 11				
	20,50	50	0,920588	C-11	50	0,349022	1,269609	1,5 m	40 m	2,5	4,5	46,03	17,45	63,48												
	35,00	20	1,571735									31,43		31,43	501,88	PVC 500		1,50	0,37	3,15	COLECT 13	SH-2 / CAUCE	5.289,35	7.189,98	12.479,33	SH2
IZQ				C-9	45	0,197264	0,197264	1,5 m	55 m	0,5	6,5		8,88	8,88	8,88	PVC 315		0,50	0,06	0,70	COLECT 6	ODT C4				
	14,50	89	0,651147	C-9	89	0,197264	0,848412	1,5 m	75 m	3,48	4,5	57,95	17,56	75,51	167,92	PVC 315		2,92	0,21	3,09	COLECT 3	COLECT 3				
	15,30	85	0,687073	C-9	85	0,197264	0,884337	1,5 m	70 m	3,48	4,5	58,40	16,77	75,17	243,09	PVC 400		1,00	0,32	2,23	COLECT 3	SH1 / ODT C2	3.243,50	4.746,34	7.989,84	SH1
				C-9	62	0,197264	0,197264						12,23	12,23												
				C-8	72	0,710217	0,710217	1,5 m	60 m	0,5	2,5		51,14	51,14	51,14	PVC 315		0,50	0,17	1,20	COLECT 7	ODT C4				
				C-8	40	0,710217	0,710217	1,5 m	75 m	2,5	4,5		28,41	28,41												
	23,80	21	1,068780	C-8	21	0,710217	1,778997	1,5 m	55 m	2,5	2,5	22,44	14,91	37,36												
	18,50	14	0,830774	C-8	14	0,710217	1,540991	1,5 m	60 m	2,5	2,5	11,63	9,94	21,57	87,34	PVC 315		3,13	0,13	2,68	COLECT 9	P1-COLECT 11				
	18,50	13,5	0,830774	C-8	13,5	0,710217	1,540991	1,5 m	60 m	2,5	2,5	11,22	9,59	20,80	347,62	PVC 400		2,99	0,27	3,76	COLECT 11	COLECT 11				
				C-8	28,5	0,710217	0,710217	BAJ EMBOQUILLE					20,24	20,24		PVC 315		2,04	0,07	1,55	COLEC 10 filtrac	P1-COL.TUNEL IZQ				
TÚNEL																										

	APORTACIONES UNITARIAS CALZADA			APORTACIONES UNITARIAS CUENCAS			APORT. UNITARIA	CUNETAS				APORTACIONES TOTALES l/s				COLECTORES							SEPARADORES HIDRODINÁMICOS			
	ANCHO	LONG	APORTACIÓN/ m	Nº	LONG	APORTACIÓN/ m	TOT	TIPO	SUMIDEROS CADA	%	RESG	CALZ	CUENCAS EXT	TOT	q ₂₅ AÑOS	D MIN	%	h	v		DESAGÜE	SUP.CA LZ	SUP.EXT	TOT (m2)		
				C-10									114,14	114,14	219,66	PVC 400	1,00	0,29	2,21	COLECT 15	COLECT 15					
				C-10	54	0,387256	0,387256	1,5 m	60 m	2,5	6,5	20,91	20,91	240,57	PVC 400	1,50	0,27	2,66	COLECT 15	COLECT 15						
				C-10	31	0,387256	0,387256	1,5 m	60 m	2,5	6,5	12,00	12,00													
				C-15								15,35	15,35	267,93	PVC 500	1,00	0,27	2,35	COLECT 15	CAUCE						
EJE 3 ROT E																										
	12,09	23	0,542786				0,542786	RIGOLA BARRERA	12 m	2	0	12,48	0,00	12,48												
	13,35	20	0,599505				0,599505	RIGOLA BARRERA	12 m	2	0	11,99	0,00	11,99	24,47	PVC 315	1,00	0,09	1,25	COLECT 16	P13 COLECT 11					
	18,11	135	0,813311				0,813311	RIGOLA BARRERA	12 m	2	0	109,80	0,00	109,80												
				C-16	63	0,236527	0,236527	RIGOLA BARRERA					14,90	14,90	124,70	PVC 315	5,00	0,14	3,51	COLECT 12	CAUCE					

3.3.4 EVACUACIÓN DE INFILTRACIONES EN TÚNEL

El caudal de infiltración en el túnel, se ha estimado por el método de Goodman tal y como se expone en el Anejo 3 de Geología.

Como se deduce del cálculo efectuado, el túnel puede llegar a acumular un caudal de 4,7 l/s.

Sin embargo, existen zonas donde las filtraciones de agua podrían llegar a ser más importantes ya que aunque la permeabilidad del sustrato rocoso no sea alta, se trata de tramos en calizas en los que, de acuerdo a la cartografía geológica realizada, pueden presentar importantes zonas de afluencia de agua a través de la estratificación o juntas de diaclasado. La permeabilidad a través de este sistema de juntas puede ser importante y por consiguiente se han dimensionado los sistemas de recogida contando con dicha posibilidad.

Por ello, se ha previsto, a lo largo de los hastiales del nuevo túnel y bajo la zona de acera-arcén, el tendido de un colector de PCV de 315 mm de diámetro por cada lado de la sección, conectado cada cierto intervalo con el sistema de impermeabilización del trasdós del hastial. La capacidad hidráulica de cada uno de estos colectores, al 75% de su capacidad y para una pendiente longitudinal del 2,5%, es de 168 l/s.

3.3.5 SEPARADORES HIDRODINÁMICOS

Se proyecta la colocación de separadores hidrodinámicos, que reduzcan la carga de grasas, partículas sólidas y flotantes en el efluente final, en todos los puntos en los que se concentran los vertidos de calzada.

Con estas indicaciones, los puntos en los que se ha considerado necesaria su implantación son dos: uno en el punto de concentración de vertidos de calzada en la zona este del nuevo trazado (SH2) y otro en el punto de concentración de la zona oeste (SH1). Las superficies de calzada concentradas o recogidas en cada uno de ellos son las siguientes:

PK		TRAMO CALZADA	S CALZADA (m²)	S TALUDES (m²)	S TOTAL (m²)
0+044 EJE 21	SH1	EJE 21 HASTA 0+280	3.243,50	4.746,34	7.989,8
0+840 EJE 21	SH2	EJE 21 DESDE 0+280	5.289,35	7.189,98	12.479,3

Los separadores hidrodinámicos tienen en cuenta el caudal de diseño del drenaje longitudinal para escoger su capacidad máxima, pero no se dimensionan para él, sino que para obtener unos rendimientos determinados con la precipitación ordinaria.

En este caso se proponen los siguientes rendimientos a alcanzar:

un rendimiento del 100% en la eliminación de partículas contaminantes mayores de 2,4 mm.

al menos, un rendimiento del 80% en la eliminación de partículas de D₅₀ de 146 micrones,

By-passeando los caudales en avenidas superiores a las correspondientes a esta lluvia ordinaria en el punto de estudio. También se limitará la salida de hidrocarburos máxima por cada litro tratado.

El dimensionamiento para estos rendimientos se establece, por lo tanto, para la lluvia ordinaria o media, que en la zona de proyecto puede establecerse en 2,4 mm en 10 minutos (0,0033 l/s m²).

Con esta hipótesis, los caudales a tratar en cada uno de los tres separadores resultan ser:

PK		SUPERFICIE TOT(m²)	APORTACION Q ₂₅ (l/s)	CAUDAL A TRATAR Q (l/s)
0+044 EJE 21	SH1	7.989,8	243,09	0,0033*7.989,8=26,63
0+840 EJE 21	SH2	12.479,3	501,88	0,0033*12.479,3=41,60

Consultados estos datos con los de un fabricante de este tipo de dispositivos, se han escogido los separadores hidrodinámicos a colocar según las dimensiones tipo de este fabricante.

RENDIMIENTOS Y ESPECIFICACIONES					
MODELO	Diámetro Interior (mm)	Q _{mtr.} (l/s)	Q _{max.} (l/s)	Volumen Aceites (lts)	Volumen Sedimentos (lts)
DD1200	1.200	45	84	264	533
DD1800	1.800	122	226	817	1.605
DD2500	2.500	249	425	2.044	3.554
DD3000	3.000	425	708	3.974	6.650

Q_{mtr.} es el caudal máximo de tratamiento para remover partículas de 100 micrones.
Q_{m.} es el Caudal máximo basado en el sistema proporcionando eficiencias de remoción positivas.

Como los caudales a tratar en dos de los separadores tratarán un caudal inferior a 45 l/s (SH1 y SH2), por lo que se proyecta la colocación en ellos de separadores hidrodinámicos **DD1200**, de diámetro nominal 1200 mm, para un caudal máximo de paso de 84 l/s, y un caudal máximo para tratamiento de eliminación de partículas de 100 micrones al 80% de rendimiento de 45 l/s, superior a los caudales a tratar para la lluvia media (26,63 l/s y 41,60 l/s respectivamente).

3.4 DRENAJE TRANSVERSAL

3.4.1 PLANTEAMIENTO GENERAL

El objeto del drenaje transversal es restituir la continuidad de la red de drenaje natural del terreno una vez ejecutadas las obras, permitiendo el paso de los caudales de proyecto calculados para el periodo de retorno que establece la Norma a través de las ellas.

Una vez delimitada la única cuenca natural interceptada por el trazado (regata Muniberreka), concretados los puntos de cruce del trazado sobre la misma, y obtenidos los correspondientes caudales de proyecto, que en este caso serán los correspondientes a un periodo de retorno de 500 años, del estudio hidráulico aportado por URA (ver apartado 2.6.1.1 de este anejo), en el apéndice nº 6 se incluye el estudio hidráulico correspondiente para analizar el comportamiento de la avenida de dicho periodo al paso por las nuevas estructuras proyectadas para estos puntos de paso, que se concentran en la nueva rotonda de Txoribenta.

Por lo que respecta a las otras obras de drenaje transversal correspondientes a pequeñas vaguadas interceptadas por el trazado a las que se trata de dar continuidad (cuencas C-1, C-2 y C-4), en el apartado 3.4.2 se analiza el dimensionamiento y diseño necesario, definiendo tipología, dimensiones, y encaje en el terreno de cada una de ellas.

En resumen, el drenaje transversal se diseña con el objeto de perturbar en la menor medida posible la actual circulación del agua por el terreno natural.

3.4.2 DIMENSIONAMIENTO HIDRÁULICO DEL RESTO DE ODTs

El nuevo trazado intercepta tres pequeñas vaguadas con cuencas vertientes de pequeña dimensión a las que se va a dar continuidad a través de la nueva traza proyectada. Para todas ellas se ha utilizado un periodo de retorno de cálculo de 100 años (ver apartado 2.6.1.1 de este anejo), si bien, de cara a estar del lado de la seguridad, una vez dimensionadas, se ha realizado un análisis adicional de su comportamiento para las aportaciones de 500 años de periodo de retorno para tener una visión más completa de su comportamiento.

La primera de ellas o cuenca C-1 se encuentra ya actualmente interceptada por el ramal que sale de la rotonda sobre la BI-633 hacia Markina, y encauzada en una serie de colectores de drenaje que la conducen hacia el cauce del río Artibai, por lo que, en el presente proyecto, solo se prevé la adaptación en cabecera de dicha interceptación al nuevo trazado. Sí se ha realizado, sin embargo, un análisis de los colectores de drenaje existentes en su encauzamiento actual bajo el ramal (Ø500-Ø1200), y se propone el tendido de

nuevos colectores en los tramos situados dentro del ámbito de la actuación proyectada en los que se han podido detectar problemas de capacidad.

Las otras cuencas (C-2 y C-4) cuentan con tramos de vaguada aguas abajo de la traza en los que se pueden entregar los caudales para restituir la continuidad de la red natural de drenaje del terreno, quedando interceptados y encauzados únicamente al llegar a las inmediaciones de la carretera BI-3626, antes de su entrega al cauce del Artibai, en la trama urbana de Markina. Este entorno final no se considera especialmente favorable desde el punto de vista medioambiental como proponer su diseño como pasos de fauna, por lo que el dimensionamiento de estas dos ODTs se va a realizar siguiendo los criterios hidráulicos que marca la Norma 5.2-IC de Drenaje superficial, que establece que la dimensión libre mínima de la sección transversal de una ODT queda definida en función de la longitud de dicha obra, siendo esta dimensión mínima:

L (m)	D _L (m)
L (m) < 3	D _L (m) ≥ 0,6
3 ≤ L (m) < 4	D _L (m) ≥ 0,8
4 ≤ L (m) < 5	D _L (m) ≥ 1,0
5 ≤ L (m) < 10	D _L (m) ≥ 1,2
10 ≤ L (m) < 15	D _L (m) ≥ 1,5
L (m) ≥ 15	D _L (m) ≥ 1,8

Por ser ambas ODTs de una longitud claramente superior a 15 m, la dimensión mínima requerida por la Norma de drenaje es de 1,80 m. Por lo tanto el dimensionamiento y comprobación hidráulica de ambas secciones se realiza con este diámetro como valor mínimo de partida.

Como excepción a la aplicación de este diámetro mínimo de 1,8 m comentar que la cuenca C2 tiene dos pasos adicionales a la ODT de paso bajo la traza proyectada: un paso adicional aguas abajo de la boca de salida y cuneta, bajo la reposición de un camino que se proyecta (eje 19), y un paso adicional aguas arriba de la boca de entrada bajo la reposición de otro camino (eje 24). En ambos casos la longitud de los pasos adicionales es menor a 10 m, por lo que se dimensionan para un diámetro mínimo de 1,2 m previa confirmación de que su capacidad hidráulica es suficiente. Algo similar sucede con la cuenca C1 y con la ODT de la cuenca C4, que ambas tienen un paso adicional, en este caso un solo paso previo, aguas arriba de la boca de entrada, también bajo la reposición del camino del eje 24. En ambos casos (OCT C1 y ODT C4) la longitud es también menor a 10 m, por lo el paso se dimensionan los dos pasos adicionales para un diámetro mínimo de 1,2 m.

Para el adecuado encaje en el terreno de ambas ODTs y para su paso bajo la nueva calzada se ha establecido como pendiente longitudinal mínima el 1%, compatible con la pendiente aguas abajo de las vaguadas sobre las que se disponen ambas obras de fábrica.

Con el encaje en el terreno que se esquematiza en la tabla adjunta, se ha procedido a la comprobación hidráulica de las ODTs bajo la calzada, confirmándose que funcionan con control de entrada, y que no se producen sobrelevaciones en la entrada de las mismas que afecten a su altura libre interior.

PK TRAZADO	CUENCA	Nº	Q ₁₀₀ (m³/s)		DIM (m)	L _{ODT} (m)	P%
0+057	cuenca principal	C-2	1,41	ODT	1,8	38,36	2,0
				ODT a.arriba	1,2		
				ODT a.abajo	1,2	9,00	3,8
0+275	cuenca principal	C-4	1,18	ODT	1,8	35,39	1,0
				ODT a.arriba	1,2	7,22	1,0

En el caso de la ODT de la cuenca C2 es necesario analizar también el comportamiento hidráulico de los dos tramos adicionales: el del paso bajo el camino- eje 24 aguas arriba, y aguas abajo bajo el camino 19, lo que, en conjunto permite la conexión con la actual red de drenaje del terreno hasta su desagüe en el cauce del Artibai. En el caso de la ODT de la cuenca C4 también se analiza el tramo adicional aguas arriba.

Como resumen de dicha comprobación hidráulica, que figura detallada en el apéndice nº 4 (AP4), se obtiene:

ODT: PK 0+057 – cuenca C2

Coeficiente de Manning: 0,018
Pendiente media: 2,00%
Longitud: 38,36 m
Diámetro: 1800 mm
Cotas geométricas entrada/salida: 89,47 / 88,70
Caudal diseño: 1,41 m³/s
Calado interior: 0,42 m
Velocidad interior: 3,10 m/s
Velocidad salida: 1,77 m/s
H entrada: 0,78 m

La velocidad en el conducto (3,10 m/s) es asimilable por el hormigón de la ODT, y la velocidad en la sección de salida es suave (1,77 m/s) que además no es una entrega al medio natural sino a una cuneta encachada.

Se realiza una comprobación adicional para el caudal de 500 años de periodo de retorno, y se obtienen unos rangos de alturas y velocidades también totalmente compatibles con el hormigón de la ODT y con la cuneta encachada en salida.

Caudal₅₀₀: 1,91 m³/s
Calado interior: 0,50 m
Velocidad interior: 3,33 m/s
Velocidad salida: 1,92 m/s
H entrada: 0,92 m

La altura a la entrada (0,78 m / 0,92 m) garantiza un funcionamiento no sumergido.

La presencia de la ODT aguas abajo que se analiza a continuación, en su funcionamiento pésimo, incorpora una cota fija de desagüe que, analizada su influencia sobre el funcionamiento hidráulico de esta ODT, no llega a ocasionar alteración ni a sumergir su desagüe (cota geométrica de salida 88,70).

ODT PK 0+057 aguas abajo (paso bajo pk 0+056,17 del eje 19) – cuenca C2

Esta ODT, por cotas de implantación, queda bajo la influencia de las avenidas en el cauce principal (río Artibai), que marca unas cotas de lámina de (datos tomados de estudio hidráulico disponible en Geoeuskadi):

Cota avenida₅₀₀: 88,50 m
Cota avenida₁₀₀: 87,62 m
Cota avenida₁₀: 85,79 m

Hay que considerar que su cota de salida geométrica es la 87,72, por lo que se ha analizado su comportamiento para las aportaciones previstas (la de diseño, de 100 años y las adicionales de comprobación, de 500 años), coincidiendo con avenidas de 100 años o inferiores en el Artibai (desagüe libre) o con la avenida de 500 años (desagüe condicionado).

Coeficiente de Manning: 0,018
Pendiente media: 3,78%
Longitud: 9,00 m
Diámetro: 1200 mm
Cotas geométricas entrada/salida: 88,06 / 87,72
Caudal diseño: 1,41 m³/s
Calado interior: 0,47m
Velocidad interior: 3,48m/s
Velocidad salida: 2,59 m/s

H entrada: 0,95 m

En este paso el conducto funciona con control a la entrada y la velocidad en el conducto (3,48 m/s) es asumible por los materiales empleados. La salida se proyecta sobre una cuneta de encachado que admite sin problemas el orden de magnitud de la velocidad de salida (2,59 m/s). Introduciendo la cota de avenida de 500 años como condición a la salida de la misma (cota 88,50) el funcionamiento hidráulico a la entrada y en el interior de la ODT no se modifica y tan solo se genera un resalto en la salida (ver AP4).

Como comprobación adicional, su funcionamiento para la aportación de 500 años es similar:

Caudal₅₀₀: 1,91 m³/s

Calado interior: 0,56 m

Velocidad interior: 3,71 m/s

Velocidad salida: 2,71 m/s

H entrada: 1,16 m

La cota que se deriva de la sobrelevación máxima a la entrada de esta ODT de 1200 mm (cota 89,22) no llega a afectar, como ya se ha comentado, al funcionamiento en salida de la ODT de 1800 mm bajo la calzada (cota geométrica de salida 88,70).

La altura a la entrada (0,95 m / 1,16 m) garantiza un funcionamiento no sumergido.

Conexión de ODT con drenaje actual: cruce bajo BI-2636 – cuenca C2

Se trata de la conexión hasta un pozo de registro existente desde el que un colector de 1200 mm entrega las aguas al cauce principal. Se ha modelizado tanto el tramo existente, con los datos disponible, como el nuevo tramo de conexión proyectado bajo la BI-2636. Por cotas de implantación, para avenidas en el cauce de 100 y 500 años funciona totalmente sumergida, y para avenidas en el cauce principal del orden de la de 10 años de periodo de retorno, que no sumergen totalmente la conexión, el funcionamiento hidráulico sería:

Coeficiente de Manning: 0,018

Pendiente media estimada: 2,16%

Longitud: 15,28 m aguas arriba del pozo existente / 32,68 m hasta cauce (colector existente)

Diámetro: 1200 mm (tramo proyectado / tramo existente)

Cotas geométricas entrada/salida: 85,45 / 85,13 (y cotas estimadas tramo existente: 85,09 / 84,42)

Caudal diseño: 1,41 m³/s

Calado interior: 0,65 m / 0,51 m- resalto – 1,20 m en salida

Velocidad interior: 2,26 m/s / 3,11 m/s – resalto 1,25 m/s en salida

H entrada: 0,96 m

En este supuesto, la obra de conexión funciona con control a la entrada, desarrolla velocidades máximas en el conducto (3,11 m/s) asimilables por el hormigón del colector, y la sobrelevación máxima a la entrada no sumerge el tubo. En el apéndice AP4 se incluye el planteamiento similar pero para la aportación de 500 años de la cuenca C2, aunque la concurrencia de una precipitación extraordinaria sobre dicha cuenca con caudal de aguas bajas en el río Artibai (funcionamiento no sumergido de la conexión) parece una situación poco probable.

ODT PK 0+275 – cuenca C4

Coeficiente de Manning: 0,018

Pendiente media: 1,00%

Longitud: 35,39 m

Diámetro: 1800 mm

Cotas geométricas entrada/salida: 94,49 / 94,135

Caudal diseño: 1,18 m³/s

Calado interior: 0,46 m

Velocidad interior: 2,32 m/s

Velocidad salida: 1,80 m/s

H entrada: 0,71 m

La velocidad en el conducto (2,32 m/s) es perfectamente asimilable por el hormigón de la ODT, y la velocidad en la sección de aguas abajo es suave, por lo que se coloca un encachado en salida por motivos geométricos (transición a vaguada actual) y no por erosiones ya que la velocidad de entrega al medio es inferior a 2 m/s.

Si se analizan, como comprobación adicional, los valores obtenidos para el caudal de 500 años de periodo de retorno, se obtienen unos rangos de alturas y velocidades también totalmente compatibles con el hormigón de la ODT y con la salida al medio natural.

Caudal₅₀₀: 1,61 m³/s

Calado interior: 0,54 m

Velocidad interior: 2,53 m/s

Velocidad salida: 1,95 m/s

H entrada: 0,84 m

La altura a la entrada (0,71 m / 0,84 m) garantiza un funcionamiento no sumergido.

ODT PK 0+275 aguas arriba (paso bajo pk 0+637,5 del eje 24) – cuenca C4

Coeficiente de Manning: 0,018
Pendiente media: 1,00%
Longitud: 7,22 m
Diámetro: 1200 mm
Cotas geométricas entrada/salida:100,85 / 100,775
Caudal diseño: 1,18 m³/s
Calado interior: 0,59m
Velocidad interior: 2,13m/s
Velocidad salida: 2,68 m/s
H entrada: 0,93 m

En este caso el conducto funciona con control a la salida y la velocidad en el conducto (2,13 m/s) es asumible por los materiales empleados. La salida se proyecta sobre una cuneta de encachado hasta la bajante escalonada de entrada a la ODT principal (bajo la calzada) lo que permite asumir adecuadamente la velocidad en la salida (2,68 m/s), que está claramente condicionada por la pendiente longitudinal de dicha cuneta (6,76%).

Como comprobación adicional, su funcionamiento para la aportación de 500 años es similar:

Caudal ₅₀₀: 1,61 m³/s
Calado interior: 0,69 m
Velocidad interior: 2,37 m/s
Velocidad salida: 2,97 m/s
H entrada: 1,11 m

Como resumen de este dimensionamiento hidráulico se tiene:PK TRAZADO	CUENCA	Nº	Q ₁₀₀ (m³/s)		DIM (m)	H _{INTERIOR} (m)	V _{INT} (m/s)	L _{ODT} (m)	P%	H _{ENTRADA} (m)	V _{SALIDA} (m/s)
0+057	cuenca principal	C-2	1,41	ODT	1,8	0,42	3,10	38,36	2,0	0,78	1,77
			1,91			0,50	3,33			0,92	1,92
(0+056,17 _{CAM})			1,41	ODT	1,2	0,47	3,48	9,00	3,8	0,95	2,59
			1,91			0,56	3,71			1,16	2,71
CONEXIÓN solo Artibai en aguas bajas			1,41		1,2	0,65 0,51 1,20	2,26 3,11 1,25	15,28	2,2	0,96	1,25

Como resumen de este dimensionamiento hidráulico se tiene:PK TRAZADO	CUENCA	Nº	Q ₁₀₀ (m³/s)		DIM (m)	H _{INTERIOR} (m)	V _{INT} (m/s)	L _{ODT} (m)	P%	H _{ENTRADA} (m)	V _{SALIDA} (m/s)
			1,91			0,76 0,60 1,20	2,53 3,35 1,69			1,17	1,69
0+275	cuenca principal	C-4	1,18	ODT	1,8	0,46	2,32	35,39	1,0	0,71	1,80
			1,61			0,54	2,53			0,84	1,95
(0+637,5 _{CAM})			1,18	ODT	1,2	0,59	2,13	7,22	1,0	0,93	2,68
			1,61			0,69	2,37			1,11	2,97

3.4.3 COMPROBACIÓN HIDRÁULICA DE LA ODT EXISTENTE DE LA CUENCA C1

Como ya se ha comentado, dicha ODT está actualmente canalizada en colectores de 500, 1000, y 1200 mm hasta la salida al cauce en el mismo punto en el que se conecta la ODT de la cuenca C2.

Aunque tiene algunas aportaciones adicionales de calzada a lo largo de su longitud, la aportación básica, la cuenca C1, entra a un colector de 500 mm, que 60 m más adelante pasa a ser un colector de 1000 mm. Realizado un análisis de ese primer tramo de la ODT existente, se confirma que el diámetro 500 mm no tiene capacidad suficiente para el caudal aportado por la C1 para 500, 100, e incluso 25 años (caudales de 1,21 m³/s, 0,89 m³/s y 0,65 m³/s).

Por este motivo se propone una sustitución de este tramo inicial por un nuevo colector que, manteniendo el tramo final de la actual canalización de la ODT hasta el cauce (tramos de diámetro 1000 y 1200 mm), permita dar una mejor respuesta que la ODT actual para, al menos, las aportaciones de la cuenca para 100 años de periodo de retorno, y, si resulta geoméricamente factible, para las de 500 años.

Para evitar el paso bajo la zona de la futura rotonda y para ejecutar este cambio con los colectores actuales en servicio, se ha optado por tender un nuevo colector de 1200 mm por el borde de la calzada actual y franja anexa del helipuerto, cruzando para ello bajo el actual acceso a Markina en dos puntos.

El dimensionamiento hidráulico de esta conexión se va a analizar tanto para la situación pésima en el río Artibai, como para aguas bajas. El control en el primer caso se da en la salida, por la cota en el cauce, mientras que para aguas abajas en el Artibai, el control en la ODT se da a la entrada.

AVENIDA EXTRAORDINARIA EN ARTIBAI:

Coeficiente de Manning: 0,018
Pendiente media: 0,81%
Longitud: 92,77 m
Diámetro: 1200 mm
Cotas geométricas entrada/salida: 87,65 / 86,90
Caudal diseño: 0,89 m³/s
Calado interior: 1,20 m
Velocidad interior: 0,79 m/s
H entrada: 1,19 m

La cota en el punto de entrada se estima en la 88,84, compatible con el diseño de la calzada.

Se realiza una comprobación adicional para el caudal de 500 años de periodo de retorno, con la condición de contorno correspondiente.

Caudal ₅₀₀: 1,21 m³/s
Calado interior: 1,20 m
Velocidad interior: 1,07 m/s
H entrada: 1,48 m

La cota en el punto de entrada se estima en la 89,13, también aceptable de acuerdo con el diseño de la calzada.

AVENIDA DE 10 AÑOS EN ARTIBAI:

Coeficiente de Manning: 0,018
Pendiente media: 0,81%
Longitud: 92,77 m
Diámetro: 1200 mm
Cotas geométricas entrada/salida: 87,65 / 86,90
Caudal diseño: 0,89 m³/s
Calado interior: 0,49m
Velocidad interior: 2,05 m/s
H entrada: 0,73 m

3.5 DRENAJE PROFUNDO

En el emplazamiento de la obra proyectada, a lo largo de la traza no se prevén zonas con aguas subterráneas de entidad, que puedan precisar tratamientos específicos con drenes franceses.

En el trazado, el diseño del vial encajado entre desmontes a ambos lados en casi toda su longitud dificulta la disipación de las aguas subterráneas que, ocasionalmente, se pudieran interceptar con el trazado. No obstante, y de acuerdo con el anejo geotécnico, esa ausencia de aguas subterráneas a lo largo de la traza hacen que el drenaje subterráneo de la calzada, a pesar de resultar importante por la configuración entre desmontes del vial, pueda interpretarse solamente como un drenaje profundo del firme para sanear las capas de éste.

Para analizar estos drenes necesarios para el firme se ha considerado que la infiltración del agua a su través suele ser pequeña (grietas, juntas y otras discontinuidades), pero ese sistema de drenaje subterráneo se reproducirá en todas las secciones en desmonte y a ambos lados de la calzada para controlar también en las zonas de peralte desfavorable cualquier posible filtración.

En consecuencia su disposición coincidirá bajo la cuneta de borde de calzada, y su cota de implantación quedará marcada por el espesor de la capa de firme prevista: el dren se situará, por lo tanto, bajo la cota del firme (0,42+0,50 - 1,00 m de espesor), a 1,10 m – 1,60 m bajo la calzada según los tramos, y constará de una conducción de drenaje de PVC ranurada corrugada circular de pared doble de diámetro 160 mm, apoyada en un lecho de hormigón de limpieza que garantiza la pendiente longitudinal del elemento, y rodeada de material filtrante y geotextil de filtro. En las arquetas sumideros se evacuará el agua infiltrada a los colectores de drenaje.

Con ello el agua infiltrada en el firme discurrirá lateralmente hasta alcanzar el dren, y de esta manera se conseguirá evacuar y controlar el agua libre que accede a la explanada de asiento o explanada mejorada (suelo seleccionado).

Como estimación del agua infiltrada se establece un valor de 3*10⁻³ l/s m² - 4*10⁻³ l/s m². Es decir, cada 100 m de aportación de calzada suponen 5,1 l/s - 5,4 l/s (14,5 – 15,5 m de plataforma, vertiendo toda ella a un lado de la calzada), caudales adecuados para el diámetro de tubo dren propuesto. Los tramos entre arquetas sumidero en ningún punto del trazado superan los 100 m de longitud, por lo que esa sería la aportación máxima esperable.

Para las zonas de paso de la reposición del camino-eje 24 sobre las vaguadas de las cuencas C1 y C2 se prevé la construcción de drenes franceses de 1 m de anchura y 2 m de profundidad, dotados de colector de PVC ranurado de 400 mm, a los que se dará salida, directa o indirectamente, hacia las bajantes escalonadas en cabeza de las ODTs correspondientes bajo el trazado.

3.6 BAJANTES

En algunos puntos, la entrada a ODTs, o la salida de los colectores de desagüe se materializa a media altura en desmontes y terraplenes, lo que impone la necesidad de incorporar bajantes por motivos geométricos, para que éstas permitan un descenso controlado de los flujos, disipando su energía cinética.

Los puntos de desagüe que cumplen esta condición se localizan en los PPKK que figuran en la tabla adjunta.

PK TRAZADO	CUENCA	Nº	AREA(km²)	Q ₁₀₀ (m³/s)	Q ₂₅ (m³/s)		
0+033 – EJE 4	principal	C-1	0,0422	0,8922		ENTRADA	M Dcho
0+035 CAMINO EJE 30	secundaria	C-0c	0,0009		0,0220	ENTRADA	M Dcho
0+060 – EJE 21	principal	C-2	0,0635	1,406		ENTRADA	M.Dcho
0+280 – EJE 21	principal	C-4	0,0471	1,184		ENTRADA	M.Dcho
0+848 – EJE 21	secundarias				0,2679	SALIDA	M Izq
0+031 – EJE 8	secundarias				0,1247	SALIDA	M Izq

Igualmente se han propuesto bajantes en los tramos de cunetas trapeciales de hormigón o cunetas en tierras (cunetas en cabeza de desmontes y cunetas a pie de terraplén respectivamente) cuya pendiente longitudinal supere el 10-20%, y en los que, por lo tanto, las velocidades alcanzadas superen lo recomendado para cunetas de hormigón o en tierras (4,5 - 6 m/s, o 1,8 – 2,3 m/s según tabla 3.2 de la Instrucción).

PK TRAZADO	Q ₂₅ (m³/s)	
0+265–0+273 - EJE 21	0,1104	M Izq
0+290-0+294 – EJE 21	0,2805	M Dcho
0+424-0+450 – EJE 21	0,0107	M Izq
0+424-0+450 – EJE 21	0,0190	M Dcho
0+740-0+761 – EJE 21	0,1141	M Izq
0+740-0+761 – EJE 21	0,0528	M Dcho

Para caudales desaguados inferiores a 0,46 m³/s se utilizan bajantes prefabricadas. Para los restantes casos se han diseñado bajantes escalonadas.

3.6.1 BAJANTES PREFABRICADAS

Para las bajantes prefabricadas, la elección del tipo o tamaño de bajante también depende de la capacidad requerida, habiéndose optado por tres tipologías de dimensiones interiores (de acuerdo con tamaños tipo de varias marcas comerciales):

Bajante 1, pequeña: 0,40 m de ancho y 0,13 m de alto

Bajante 2, mediana: 0,49 m de ancho y 0,22 m de alto

Bajante 3, grande: 0,80 m de ancho y 0,46 m de alto

Se comprueban las tres tipologías de bajante prefabricada considerando que en su embocadura superior se produce un régimen crítico, que es el que determina, por lo tanto, su capacidad. La capacidad se obtiene de la siguiente expresión:

Para régimen crítico:

$$v = \sqrt{g * yc}$$

siendo:

g: aceleración de la gravedad (9,81 m/s²)

yc: calado crítico (m)

Para cada una de las bajantes prefabricadas escogidas se tiene:

BAJANTE PREF	A ext (m)	H ext (m)	h int (m)	yc (m))	v (m/s)	A int (m)	h (m)	Q (m³/s)
pequeña	0,40	0,13	0,07	0.07	0.8287	0,31	0,05	0,013
mediana	0,49	0,22	0,13	0.13	1.1293	0,41	0,10	0,046
grande	0.80	0.46	0.30	0.30	1.716	0.60	0.25	0.257

Por lo que para las bajantes establecidas se tiene:

PK TRAZADO	Q ₂₅ (m³/s)			
0+035 CAMINO EJE 30	0,0220	ENTRADA	BAJANTE PREF. TIPO II MEDIANA	M Dcho
0+848 – EJE 21	0,2679	SALIDA	BAJANTE PREF. TIPO III GRANDE	M Izq
0+031 – EJE 8	0,1247	SALIDA	BAJANTE PREF. TIPO III GRANDE	M Izq

PK TRAZADO	Q ₂₅ (m³/s)			
0+265-0+273 - EJE 21	0,1104		BAJANTE PREF. TIPO III GRANDE	M Izq
0+290-0+294 - EJE 21	0,2805		BAJANTE PREF. TIPO III GRANDE	M Dcho
0+424-0+450 - EJE 21	0,0107		BAJANTE PREF. TIPO I PEQUEÑA	M Izq
0+424-0+450 - EJE 21	0,0190		BAJANTE PREF. TIPO II MEDIANA	M Dcho
0+740-0+761 - EJE 21	0,1141		BAJANTE PREF. TIPO III GRANDE	M Izq
0+740-0+761 - EJE 21	0,0528		BAJANTE PREF. TIPO III GRANDE	M Dcho

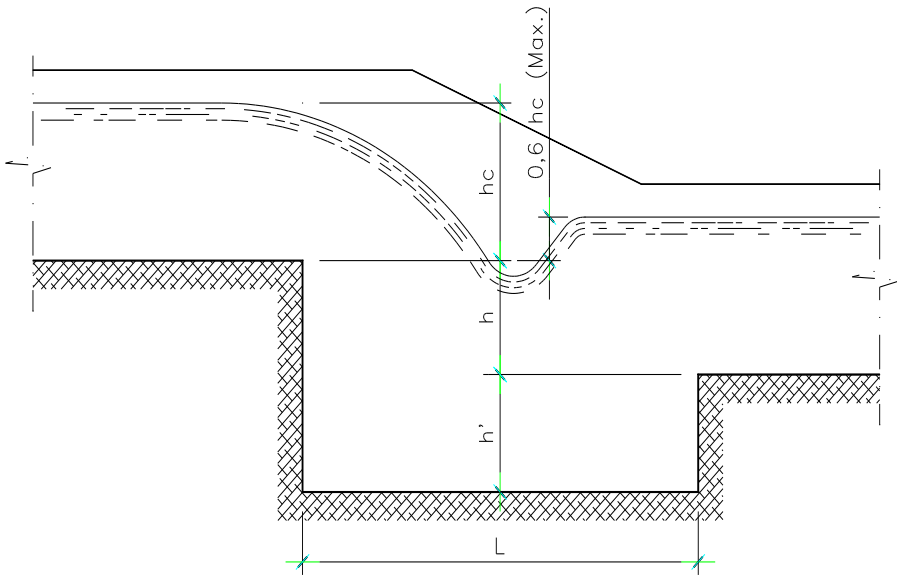
Estas bajantes dispondrán de un tramo de embocadura en la zona superior, y de elementos de anclaje al talud (dados de hormigón armado cada 6 m), además de elementos de disipación en el punto de vertido.

Las cuencas C-1, C-2, y C-4 (bajantes pk 0+033 del eje 4, y 0+060 y 0+280 del eje 21 respectivamente) no puede encauzarse adecuadamente con estas bajantes prefabricadas y precisan el diseño de bajantes escalonadas. Para el dimensionamiento de las bajantes escalonadas se han seguido los criterios y fórmulas contenidas en las Normas BAT.

3.6.2 BAJANTE ESCALONADAS

PK TRAZADO	Nº	AREA(km²)	Q ₁₀₀ (m³/s)			
0+033 - EJE 4	C-1	0,0422	0,8922	ENTRADA	BAJANTE ESCALONADA ESCOLLERA	M Dcho
0+060 - EJE 21	C-2	0,0635	1,406	ENTRADA	BAJANTE ESCALONADA ESCOLLERA	M.Dcho
0+280 - EJE 21	C-4	0,0471	1,184	ENTRADA	BAJANTE ESCALONADA ESCOLLERA	M.Dcho

Para la entrada a la arqueta del pk 0+033 del eje 4 el desnivel a salvar es de 4,85 m. Se ha fijado un ancho de la bajante tal que el caudal unitario $q=Q/B$ sea igual o inferior a 1,35m³/s/m, lo que permite ir ajustando la longitud L a la anchura disponible en el muro. Se ha adoptado una anchura de 1,20 m, coincidente con la anchura del colector.



Datos

Caudal de diseño: 0,8922 m³/s (Q₁₀₀)
Caudal adicional de comprobación: 1,2116 m³/s (Q₅₀₀)
Ancho bajante: 1,20 m
Espesor pared: 0,80 m (escollera)

Geometría adoptada

h: 1,20 m
Calado crítico (h_c): 0,47 m
Altura muro frontal (h'): 0,23 m
Longitud cuenco amortiguador adoptada (L): 1,90 m
Altura mínima muro lateral adoptada: 1,25 m

Condicionantes diseño cuenco amortiguador

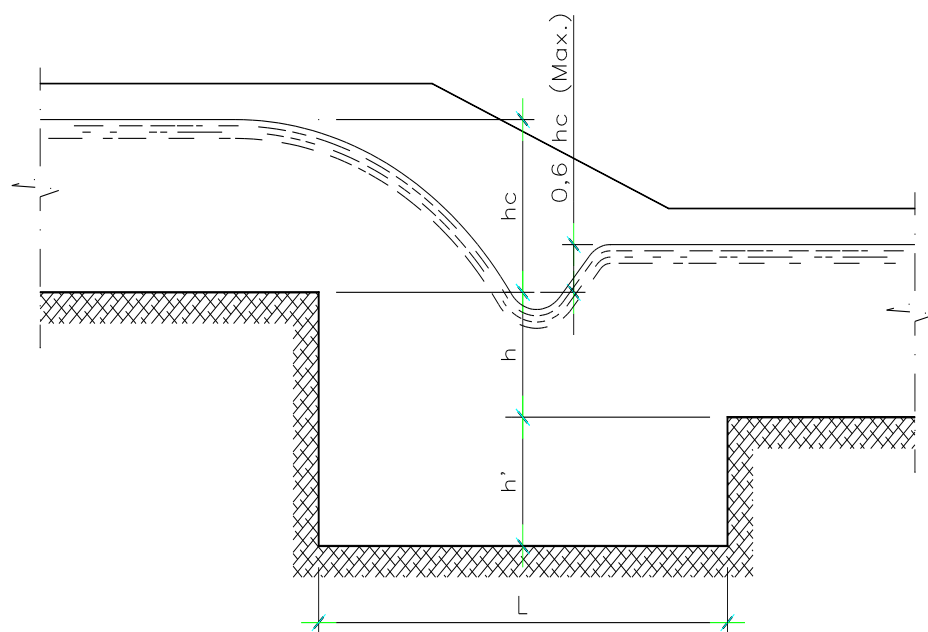
Velocidad crítica (v_c): 2,15 m/s
Longitud mínima cuenco amortiguador (L_{min}): 1,90 m

Condicionantes diseño muro lateral

Resguardo mínimo: 0,30 m
Altura mínima muro lateral: 1,00 m

Esta bajante se ejecutará con escollera concertada con hormigón encajada en el desmante que genera el eje 4 del nuevo trazado (conexión con la rotonda inicial o eje 2).

Para la entrada a la ODT C2, del pk 0+060 del eje 21 el desnivel a salvar es de 6,40 m. Se ha fijado un ancho de la bajante tal que el caudal unitario $q=Q/B$ sea igual o inferior a $1,35\text{m}^3/\text{s}/\text{m}$, lo que permite ir ajustando la longitud L a la anchura disponible en el muro. Se ha adoptado una anchura de 1,80 m, coincidente con la anchura del colector.



Datos

Caudal de diseño: $1,4062\text{ m}^3/\text{s}$ (Q_{100})
Caudal adicional de comprobación: $1,9099\text{ m}^3/\text{s}$ (Q_{500})
Ancho bajante: 1,80 m
Espesor pared: 0,80 m (escollera)

Geometría adoptada

h: 1,60 m
Calado crítico (h_c): 0,49m
Altura muro frontal (h'): 0,24 m
Longitud cuenco amortiguador adoptada (L): 2,15 m
Altura mínima muro lateral adoptada: 1,50 m

Condicionantes diseño cuenco amortiguador

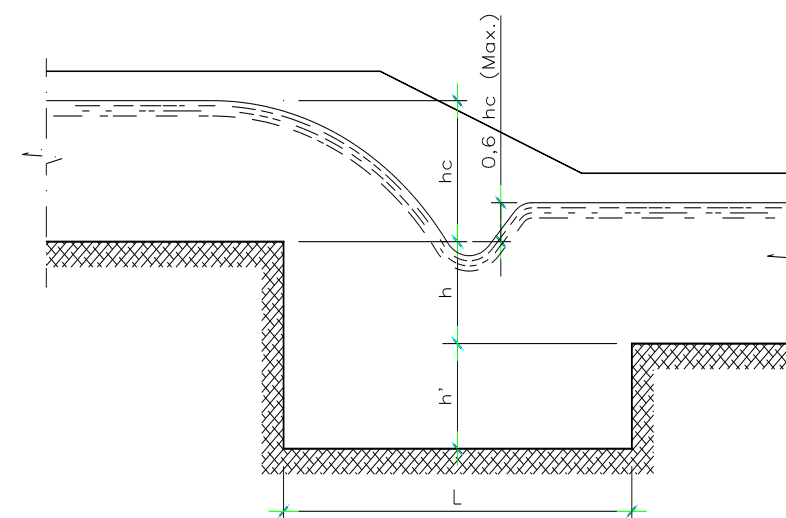
Velocidad crítica (v_c): $2,18\text{m}/\text{s}$
Longitud mínima cuenco amortiguador ($L_{\min}$): 2,14 m

Condicionantes diseño muro lateral

Resguardo mínimo: 0,30 m
Altura mínima muro lateral: 1,03 m

Esta bajante se ejecutará con escollera concertada con hormigón encajada en el fondo de vaguada del terreno natural.

Para la entrada a la ODT C4, del pk 0+280 del eje 21 el desnivel a salvar es de 6,50 m. Se ha fijado un ancho de la bajante tal que el caudal unitario $q=Q/B$ sea igual o inferior a $1,35\text{m}^3/\text{s}/\text{m}$, lo que permite ir ajustando la longitud L a la anchura disponible en el muro. Se ha adoptado una anchura de 1,80 m, coincidente con la anchura del colector.



Datos

Caudal de diseño: $1,1840\text{ m}^3/\text{s}$ (Q_{100})
Caudal adicional de comprobación: $1,6099\text{ m}^3/\text{s}$ (Q_{500})
Ancho bajante: 1,80 m
Espesor pared: 0,80 m (escollera)

Geometría adoptada

h: 1,42 m
Calado crítico (h_c): 0,43m
Altura muro frontal (h'): 0,22 m
Longitud cuenco amortiguador adoptada (L): 2,00 m
Altura mínima muro lateral adoptada: 1,50 m

Condicionantes diseño cuenco amortiguador

Velocidad crítica (v_c): 2,06m/s

Longitud mínima cuenco amortiguador (L_{min}): 1,90 m

Condicionantes diseño muro lateral

Resguardo mínimo: 0,30 m

Altura mínima muro lateral: 0,95 m

Esta bajante se ejecutará con escollera concertada con hormigón encajada en el fondo de vaguada del terreno natural.

Aguas arriba, en la boca de entrada al caño necesario para salvar la reposición del camino – eje 24, también es necesaria una bajante similar a la expuesta, que por ajustes de geometría, mantiene la longitud de escalón pero rebaja la altura h a 1,23 m.

Las tablas con el dimensionamiento de estas tres bajantes se incorporan en el apéndice nº 5.

3.7 DRENAJE DEL DEPÓSITO DE SOBRANTES

Se describe a continuación el drenaje diseñado para el depósito de sobrantes de la obra proyectada, lo que incluye el dimensionamiento de los elementos de drenaje, las principales características de la red de drenaje proyectada, y los cálculos justificativos de dicha red de drenaje.

3.7.1 HIDROLOGÍA

La cuenca vertiente de la zona ocupada por el depósito de sobrantes es la C2 considerada para el drenaje de la planta de trazado, que tras el relleno de la vaguada con la geometría proyectada para el depósito de sobrantes dan lugar a otra cuenca: C2 DPS, casi coincidentes con las iniciales, siendo válidos, por lo tanto, todos los criterios expuestos en el apartado 2.4 y 2.5 de este anejo, reajustándose, únicamente, las superficies totales a las que se derivan de los rellenos previstos en el depósito, pero sin alterarse las características geométricas básicas (cotas extremas, longitudes de aportación, etc...) de las cuencas ya calculadas.

Para el recalcu de los caudales de aportación se toman los datos de precipitaciones máximas del apartado 2.6.1, solo que, en este caso, el periodo de retorno de cálculo a considerar para sus elementos específicos de drenaje (cunetas perimetrales y ODTs correspondientes), por tratarse de un depósito de sobrantes, debe ser de 500 años. Además se incluye en este caso al cálculo el periodo de retorno de 2 años para el

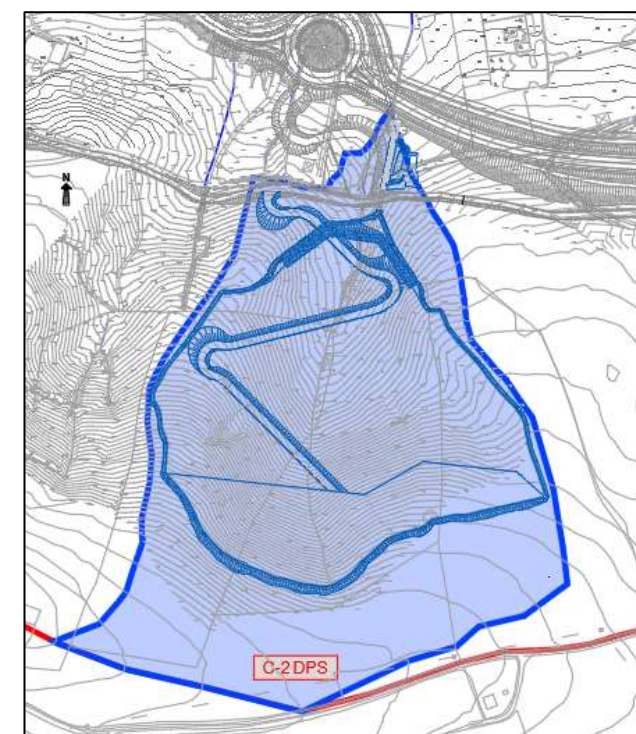
dimensionamiento de las balsas de decantación, elemento del drenaje del depósito que solo se mantiene durante la fase de obras, y que por lo tanto requiere un análisis con un periodo de retorno inferior.

Por lo tanto, la precipitación máxima diaria adoptada para el cálculo del caudal de proyecto para los diferentes elementos de drenaje del depósito será:

Periodo de retorno	K_A	P_d (mm/día)
2 años	1	64,8
10 años	1	104,8
25 años	1	127,8
100 años	1	166,3
500 años	1	215,9

3.7.2 DESCRIPCIÓN Y CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DE LAS CUENCAS

Dada la configuración del depósito de sobrantes previsto sobre la vaguada, su implantación y relleno previsto delimita una cuenca, cuyas dimensiones son muy similares a la de la ya delimitada C2.



Las principales características que se han analizado para las citadas cuencas quedan reflejadas en la tabla adjunta:

CARACTERÍSTICAS DE LAS CUENCAS									
CUENCA	ÁREA	CARACTERI ZACIÓN	LONGITUD MÁX	COTA MÁX	COTA MIN	DESNIVEL	PENDIENTE MED	T _c	n difuso
nº	A (km ²)		L (m)	(m)	(m)	(m)	(m/m)	(h)	
DPS									
cuencas principales									
C-2 DPS	0,0709	>0,02 km2	388	185	95	90,5	0,23	0,3 01	0,180

Como se puede apreciar, la superficie es muy similar a la calculada para la cuenca C2 del trazado, y básicamente solo varía el tiempo de concentración ya que el coeficiente del flujo difuso en este caso tiene en cuenta la futura presencia del relleno del depósito (vegetación menos densa que el terreno natural), lo que supone unas condiciones algo más favorables al flujo de la escorrentía.

3.7.3 CÁLCULO DE LOS CAUDALES DE ESCORRENTÍA EN EL DPS

Una vez definidos los parámetros de la cuenca vertiente, se ha procedido a la estimación de los caudales de escorrentía correspondientes, utilizando los criterios ya expuestos a lo largo del apartado 2.6.

Se incluye a continuación una tabla resumen con las características de la cuenca, la precipitación máxima diaria para cada período de retorno y el cálculo de caudales de escorrentía correspondientes.

DPS

CARACTERÍSTICAS DE LAS CUENCAS										PRECIPITACIONES		
CUENCA	ÁREA	CARACTERIZACIÓN	LONGITUD MÁX	COTA MAX	COTA MIN	DESNIVEL	PENDIENTE MED	T _c	n difuso	PERIODO RETORNO	P MAX DIARIA	INDICE
n°	A (km²)	PARA DIM HIDRAÚLICO	L (m)	(m)	(m)	(m)	(m/m)	(h)		T (años)	(m/m)	TORRENCIALIDAD
C-2 DPS	0,0709	>0,02 km2	388	185	95	91	0,23	0,301	0,180	500	215,9	9,00
								0,193		100	166,3	9,00
										25	127,8	9,00
										10	104,8	9,00
										2	64,8	9,00

UMBRAL ESCORRENTÍA					COEFICIENTE DE ESCORRENTÍA			INTENSIDAD PRECIPIT.		CAUDAL DE CÁLCULO		
APROVECHAMIENTO	SUP IMPERM.	P ₀	FACTOR	P ₀ CORREG	COEF. AREAL	PRECIP AREAL	COEF. ESCORR	F INTENSIDAD	INTENSIDAD	COEF. TEMPORAL	Q	Q
SUELO	%	(mm)	REGION 13	(m/m)	K _A	P (mm)	C	Fa	I (mm/h)	K _T	(m³/s)	(l/s)
prados y herbazales		18,0	0,93	16,7	1,000	215,9	0,748	16,8686	151,73	1,0157	2,27	2.268,17
			0,80	14,5		166,3	0,715	16,8686	116,87		1,67	1.671,14
			0,69	12,4		127,8	0,682	16,8686	89,85		1,23	1.225,63
			0,61	11,0		104,8	0,658	16,8686	73,68		0,97	969,00
			0,44	8,0		64,8	0,606	16,8686	45,56		0,55	551,68

Por lo tanto, y como resumen, los caudales de escorrentía obtenidos para la cuenca vertiente del depósito de sobrantes es el siguiente:

CUENCA	Q (m³/s)		
	500	25	2
C2 DPS	2,27	1,23	0,55

3.7.4 CÁLCULO DE CAUDALES DE INFILTRACIÓN EN EL DPS

Los caudales de infiltración se han calculado para el relleno previsto para el DPS y se muestran a continuación:

	AREA (m2)	K (m/s)	i (m/m)	Q INFILTRACIÓN (l/s)
RELLENOS VAGUADA C2 DPS	35.425,96	2,00E-06	1,00	70,85

3.7.5 DRENAJE

El depósito de sobrantes del presente proyecto lo constituye una zona de llenado que abarca una vaguada y que queda por encima de la reposición del camino-eje 24, a la altura del pk 0+260 – 0+400 de dicho eje. La propia reposición del camino, en el tramo citado, se diseña en terraplén de manera que incorpora o constituye en sí mismo un dique o pie de contención del relleno del depósito.

La solución general de drenaje adoptada en el depósito consiste básicamente en cunetas perimetrales por el borde de la zona de relleno, y en un adecuado drenaje de fondo que seguirá la alineación de la vaguada. Ambos sistemas se detallan a continuación.

En el perímetro del depósito, y apoyando siempre en terreno natural, no en el propio relleno, se prevé el diseño de dos cunetas perimetrales naturalizadas (encachadas), de sección trapezoidal y 0,80 m de anchura en la base, con taludes laterales 1H:1V, que bajan por el borde derecho e izquierdo de la superficie del depósito, se unen en el pie del depósito y cruzan bajo el eje 24 (camino), y restituye el caudal a la ODT que contempla el drenaje del trazado de la carretera para la cuenca C2.

Estas cunetas recogen, por un lado, las aguas provenientes del exterior de la superficie de llenado para que no accedan a la zona del depósito, y por tanto, las aguas de escorrentía de la parte del relleno del depósito correspondiente. Esas aportaciones son las ya delimitadas con la cuenca C2 DPS.

Además de este drenaje de las aguas de escorrentía, por estar apoyado el depósito sobre una vaguada, se prevé una red de drenaje de fondo del vaso de llenado mediante drenes franceses, principales y secundarios, con el objetivo de captar los caudales de infiltración y las pequeñas surgencias que pueda haber, y llevarlos al punto más bajo de la vaguada, al pie del depósito y del camino-eje 24.

Por último, las aguas de escorrentía que se concentren en el frente del relleno del depósito quedarán a su vez recogidas en una cuneta encachada, de sección trapezoidal, pero de dimensiones algo inferiores a las descritas para las cunetas perimetrales para evitar una ocupación excesiva de espacio en el margen del camino al pie del relleno (cuneta encachada reducida).

Esta solución global de drenaje se integra adecuadamente con el drenaje de la carretera ya descrito en el punto 3 de este Anejo.

Como elementos complementarios al drenaje propuesto, en el punto bajo final del drenaje de fondo de la vaguada se dispone de una arqueta aforadora o de control para los caudales infiltrados, con el objeto de que facilite la toma de muestras o la monitorización de los caudales que conduce este dispositivo, antes de su vertido a una balsa de decantación provisional, que se diseña para estar operativa únicamente durante la fase de obras (fase de relleno del depósito de sobrantes). Las arquetas de control se han previsto con acceso desde el camino-eje 24, al pie del depósito, y su profundidad interior será de algo más de 2 m por ser esta la profundidad a la que se ha previsto el tendido del colector ranurado en los drenes franceses principales. La balsa de decantación se colocará también al pie del depósito.

En cuanto al agua proveniente de las cunetas perimetrales, durante la fase de llenado ésta no debería dirigirse directamente al terreno natural por contener restos del movimiento de tierras del relleno, y debería pasar previamente por la balsa de decantación. Sin embargo, una vez clausurado el depósito, el agua sí deberá conectar directamente con la bajante escalonada de escollera en cabecera de la ODT de cuenca C2 de la carretera.

Para ello se prevé, en primer lugar, un paso de ambas cunetas perimetrales bajo el camino – eje 24, generando una nueva ODT en la parte alta de la cuenca C2 de la carretera. Este aspecto ya se ha comentado en el apartado 3.4.2 (ODTs adicionales a las de paso bajo la calzada aguas arriba de las cuencas C2, C1, y C4, aunque estas dos últimas, por no quedar vinculadas al depósito de sobrantes, ya han quedado descritas y dimensionadas en dicho apartado). Este paso bajo el camino de las cunetas perimetrales (ODT), por ser su longitud inferior a 10 m, pueden dimensionarse para un Ø1800 mm siempre que se compruebe que esa dimensión resulta hidráulicamente suficiente para el caudal aportado por la cuneta perimetral correspondiente en cada caso para un periodo de retorno de 500 años (periodo de retorno de diseño de los elementos de drenaje no provisional del DPS). En segundo lugar, y tras el paso bajo el camino, las aguas de escorrentía procedentes de las cunetas perimetrales incorporarán una bifurcación dotada de una compuerta tajadera y de una sobrelevación del lecho que permita derivar los caudales bien

hacia la balsa de decantación, junto con los caudales de infiltración del relleno (aportaciones de 2 años de periodo de retorno), bien directamente hacia la cabecera de la ODT de la carretera que corresponda (resto de caudales). Esta bifurcación solo estará operativa durante la fase de llenado del depósito.

3.7.6 REPARTO DE CAUDALES POR ELEMENTOS DE DRENAJE

Con los caudales obtenidos tanto de la infiltración en el relleno como de las escorrentías que recogen las cunetas perimetrales (diseñadas para 500 años de periodo de retorno), y con los caudales que se recogen en esos mismos dispositivos para un periodo de retorno de 2 años, aplicable a los elementos de drenaje previstos únicamente como provisionales durante la fase de obras, se llega al siguiente reparto de caudales, que permite establecer su dimensionamiento hidráulico:

	CUENCA	%	PERIODO RET.	Q (l/s)	PERIODO RET.	Q (l/s)	PERIODO RET.	Q (l/s)	Qt (l/s)	
CUNETA IZQ	C-2 DPS	26,02%	500	590,26			2	143,57	590,26	CUNETA TRAPEZOIDAL 0,8*0,5
CUNETA DCHA	C-2 DPS	61,38%	500	1.392,20			2	338,62	1.392,20	CUNETA TRAPEZOIDAL 0,8*0,6
CUNETA CAMINO FRENTE IZQ	C-2 DPS	4,86%	500	110,32	25	59,61	2	26,83	59,61	CUNETA CAMINO 0,70
CUNETA CAMINO FRENTE DCHA	C-2 DPS	3,88%	500	87,94	25	47,52	2	21,39	47,52	CUNETA CAMINO 0,70
CUNETA TRAMO FINAL	C-2 DPS	96,14%	500	2.180,72			2	530,41	2.278,42	CUNETA TRAPEZOIDAL 0,8*0,8
ODT	C-2 DPS								2.180,72	ODT C2 DPS - 1800
DREN FONDO								97,70		315 PVC
BALSA DCHA								628,11		BALSA 10*4*2,1

3.7.7 DISEÑO DE LOS ELEMENTOS DE DRENAJE DEL DPS

Para el diseño de las cunetas perimetrales se han considerado, como ya se ha descrito (3.7.5) secciones trapeciales de talud 1H:1V, encachadas, de 0,8 m de anchura en la base, y altura variable entre 0,50 y 0,80 m. De acuerdo con la tabla anterior, las aportaciones máximas que recibirán estas cunetas perimetrales serán de 590 l/s y 1.392 l/s y en el punto de cruce bajo el camino-eje 24, 2.180 l/s . Con estas aportaciones, tan solo para pendientes longitudinales superiores al 25% se obtendrán velocidades superiores a los 5 m/s, y hará falta superar el 35% para alcanzar los 6 m/s que, en caso de superarse, aconsejarían la implantación de tramos de bajante escalonada en lugar de la cuneta calculada.

Para la cuneta derecha la pendiente longitudinal mínima es del 1,21% y la máxima es del 35%, por lo que no se han previsto tramos de bajante (velocidad máxima estimable de 5,78 m/s). Para la cuneta izquierda hay algunos tramos con pendiente longitudinal del 1,0% en las zonas altas, con menor aportación, y los valores máximos alcanzados son del 35,8%, que para el caudal de diseño alcanza velocidades estimadas de 5,86 m/s, no habiéndose considerado necesario, tampoco en este caso, prever tramos de bajantes.

Para la cuneta del tramo final común a las dos perimetrales, la aportación estimada máxima es de 2.278 l/s, lo que para la pendiente proyectada que oscila entre el 2% y el 25%, y de acuerdo con la sección tipo, supone calados comprendidos entre 0,70 m y 0,40 m y velocidades comprendidas entre 2 m/s y 5,6 m/s.

Las restantes aportaciones se interceptan con la propia cuneta del camino-eje 24 (aportaciones máximas estimadas en este tramo, para 25 años de periodo de retorno por no ser elementos del propio depósito de sobrantes, de 59,61 y 47,52 l/s respectivamente).

El dimensionamiento de estas cunetas se incorpora en el Apéndice nº 3 (AP3), con las restantes cunetas del trazado de la carretera.

El dimensionamiento de la ODT bajo el camino eje 24 (ODT adicional aguas arriba de la ODT C2 de la calzada), se incorpora en el Apéndice nº 4 (AP4), si bien como resumen se tiene:

ODT C2 DPS - PK 0+400 eje 24 – cuenca C2 DPS

Coefficiente de Manning: 0,018

Pendiente media: 2,00%

Longitud: 8 m
Diámetro: 1.800 mm
Cotas geométricas entrada/salida:98,02 / 97,86
Caudal diseño_{500 años}: 2,28 m³/s
Calado interior: 0,45m
Velocidad interior: 4,50 m/s
H entrada: 1,09 m

Aguas abajo del paso de las dos cunetas perimetrales bajo el camino-eje 24 se establece un punto de bifurcación con una sobrelevación en la solera de las cunetas encachadas que permite derivar los caudales de menor periodo de retorno (2 años estimado) que suponen las aguas de escorrentía de la fase de llenado del depósito durante las obras, pasando por una compuerta tajadera de control y a través de una cuneta encachada reducida, hasta las balsas de decantación.

La red de drenaje de fondo incorpora aportaciones máximas estimadas de 97,70 l/s, y se ha previsto con dos tipologías de drenes franceses, una para las limahoyas principales del vaso, con dren de 1 m de anchura y 2 m de profundidad, con tubo dren perforado de 400 mm, y otras para las secundarias, de 1 m x 1m y tubo de 300 mm (ver plano 7.4 de detalles drenaje). Estas aportaciones, previamente a su vertido al terreno natural, pasarán por la arqueta de control y desaguarán con colector de PCV de 315 mm, a la correspondiente balsa de decantación, situada al pie del depósito de sobrantes.

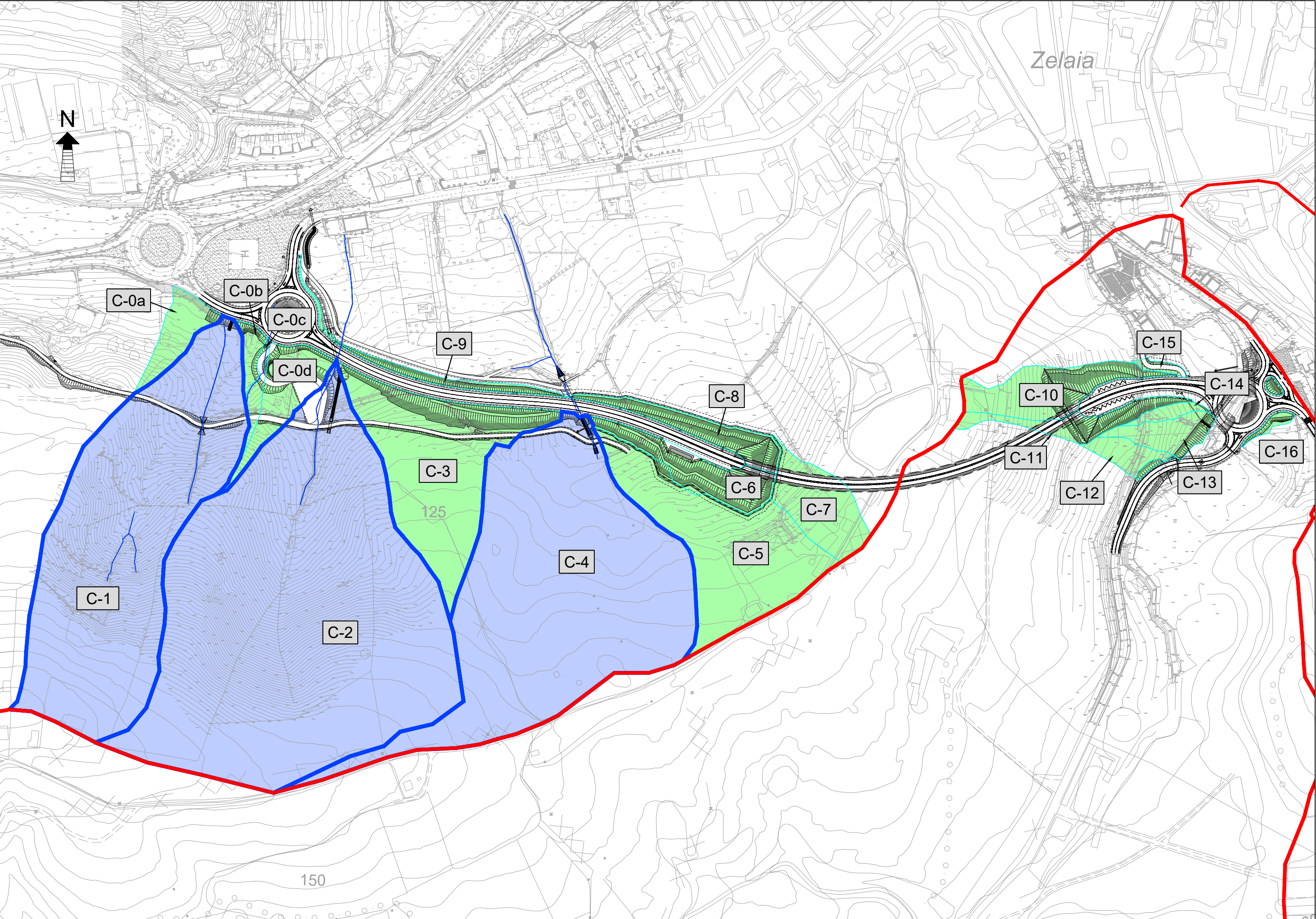
También desaguarán en las balsas de decantación los caudales de las cunetas perimetrales durante las fases de llenado, es decir, para las aportaciones estimadas para un periodo de retorno de 2 años, que en este caso supone caudales de 628,11 l/s. Para el buen funcionamiento de la balsa se ha considerado adecuado ese periodo de retorno.

De acuerdo con los cálculos adjuntos, las dimensiones resultantes que se han obtenido para las balsa de decantación empleadas en el drenaje del depósito de sobrantes son: una altura de 2,1 metros y una anchura de 4 m en ambas balsas, y una longitud de 10,0 m.

Estas balsas, dado su carácter provisional, se diseñan excavadas en terreno natural (taludes 1,5H:1V) e impermeabilizadas con una capa de 20 cm de hormigón en masa con un mallazo mínimo para evitar fisuraciones. En el frente de salida incorporan un vertedero de 3,5 m de anchura de labio de vertido en el propio paramento que permite incorporar las aguas ya decantadas a otra cuneta encachada que las conduce hasta la prolongación de la cuneta perimetral hasta la cabecera de la ODT de la carretera.

BALSA DE DECANTACIÓN C2 DPS		
DATOS DE CAUDAL		
Q	628,00	l/s
DATOS GEOMÉTRICOS		
Longitud de cámara	10,00	m
Anchura de cámara (a)	4,00	m
Altura cámara (h)	2,10	m
a/h	1,90	
altura labio vertido	0,23	m
L/A	2,50	
DESARENADO		
diámetro considerado	0,50	mm
vh	0,0748	m/s
vs	0,0681	m/s
t _o	30,84	s
t	111,04	s
t/t _o tasa tratamiento	3,60	
Rendimiento	3,60	BUENO
% partículas sedimentadas	90%	
L	8,30	m
DESENGRASADO		
Carga hidráulica	56,52	m/h
L tot	13,80	m
A tot	4,50	m

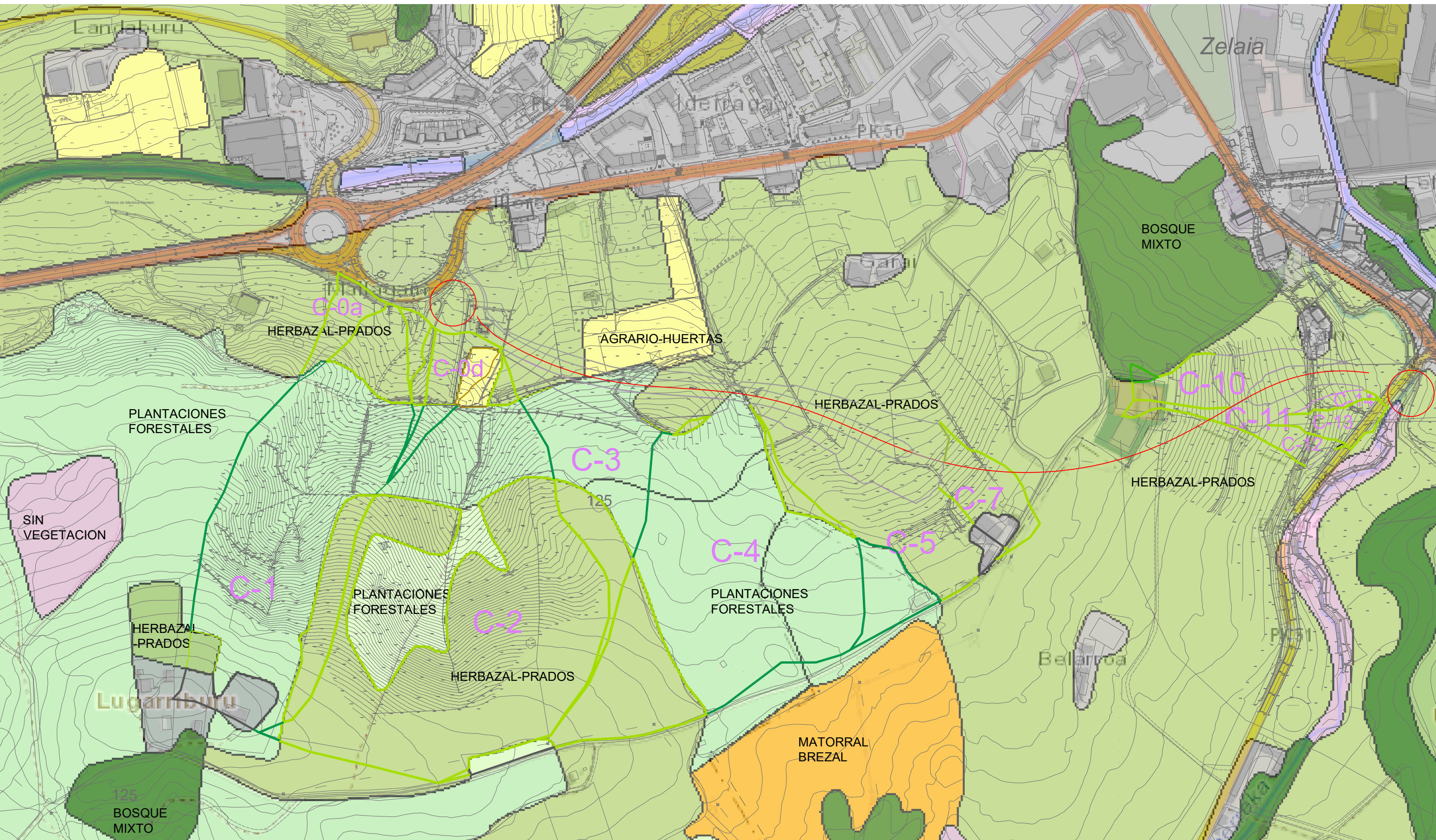
APÉNDICE Nº 1: PLANO DE CUENCAS





APÉNDICE Nº 2: USOS DEL SUELO

TABLA 2.3 5.2/C CODIGOS	P _o (mm)	31	0,4	19	0,35	22	0,18	14	0,18	18	0,18	18	0,12	8	0,015	7,3	0,05	P _o	n	
	ÁREA	BOSQUES NATURALES 31300		BOSQUES PLANTACIÓN 31130		MATORRAL 32430		PASTIZAL 24410 32100		PRADOS 23100		AGRARIO 24120		URBANO 11200 11210		TALUDES 13100 13200 13300				
	A (km²)	m2	%	m2	%	m2	%	m2	%	m2	%	m2	%	m2	%	m2	%			(mm)
C-1	0,0422		0,00%	34993,527	82,91%		0,00%		0,00%	4626,9636	10,96%		0,00%	2588,51	6,13%		0,00%	18,22	0,31	
C-2	0,0635		0,00%	19657,83	30,97%		0,00%		0,00%	43089,98	67,88%	734,36	1,16%		0,00%		0,00%	18,31	0,23	
C-4	0,0471		0,00%	36013,833	76,53%		0,00%		0,00%	11042,93	23,47%		0,00%		0,00%		0,00%	18,77	0,31	
C-0a	0,0025		0,00%	82,7158	3,37%		0,00%		0,00%	2371,4832	96,63%		0,00%		0,00%		0,00%	18,03	0,19	
C-0b	0,0009		0,00%		0,00%		0,00%		0,00%	925,6206	100,00%		0,00%		0,00%		0,00%	18,00	0,18	
C-0c	0,0009		0,00%	210,7781	23,91%		0,00%		0,00%	670,799	76,09%		0,00%		0,00%		0,00%	18,24	0,22	
C-0d	0,0039		0,00%	888,605	22,97%		0,00%		0,00%	2157,578	55,77%	822,6859	21,26%		0,00%		0,00%	18,23	0,21	
C-3	0,0165		0,00%	8704,0552	52,65%		0,00%		0,00%	4628,78	28,00%		0,00%		0,00%	3 198,7	19,35%	16,46	0,24	
C-5	0,0150		0,00%	3502,97	23,31%		0,00%		0,00%	10969,613	72,99%		0,00%	556,82	3,70%		0,00%	17,86	0,21	
C-6	0,0041		0,00%		0,00%		0,00%		0,00%		0,00%		0,00%		0,00%	4 147,4	100,00%	7,33	0,05	
C-7	0,0049		0,00%		0,00%		0,00%		0,00%	4149,7075	85,30%		0,00%	715,4	14,70%		0,00%	16,53	0,16	
C-8	0,0031		0,00%		0,00%		0,00%		0,00%		0,00%		0,00%		0,00%	3 076,9	100,00%	7,33	0,05	
C-9	0,0015		0,00%		0,00%		0,00%		0,00%		0,00%		0,00%		0,00%	1 465,1	100,00%	7,33	0,05	
C-10	0,0051	226,48	4,48%		0,00%		0,00%		0,00%	2399,6801	47,46%		0,00%		0,00%	2 430,0	48,06%	13,46	0,13	
C-11	0,0026		0,00%		0,00%		0,00%		0,00%	979,7603	37,31%		0,00%		0,00%	1 646,5	62,69%	11,31	0,10	
C-12	0,0015		0,00%		0,00%		0,00%		0,00%	1355,8863	90,29%		0,00%		0,00%	145,8	9,71%	16,96	0,17	
C-13	0,0022		0,00%		0,00%		0,00%		0,00%	2161,8126	100,00%		0,00%		0,00%		0,00%	18,00	0,18	
C-14	0,0007		0,00%		0,00%		0,00%		0,00%	664,1228	100,00%		0,00%		0,00%		0,00%	18,00	0,18	
C-15	0,0004		0,00%		0,00%		0,00%		0,00%		0,00%		0,00%		0,00%	380,1	100,00%	7,33	0,02	
C-16	0,0004		0,00%		0,00%		0,00%		0,00%		0,00%		0,00%		0,00%	368,9	100,00%	7,33	0,05	



APÉNDICE Nº 3: CAPACIDAD HIDRÁULICA DE LAS CUNETAS

CUNETA TRIANGULAR DE HORMIGÓN SIMÉTRICA 1,5 M

Coef. Manning 0,013
Sección tipo triangular
Taludes laterales (x /1) 6,00
Profundidad máxima (m) 0,125



Q (m3/s)								
Prof.	i %							
	0,50	0,97	1,00	1,70	2,00	2,50	3,00	3,48
0,05	0,0069	0,0096	0,0098	0,0127	0,0138	0,0155	0,0169	0,0182
0,06	0,0112	0,0156	0,0159	0,0207	0,0225	0,0251	0,0275	0,0297
0,08	0,0242	0,0336	0,0342	0,0446	0,0484	0,0541	0,0593	0,0639
0,10	0,0439	0,0610	0,0621	0,0809	0,0878	0,0981	0,1075	0,1158
0,125	0,0714	0,0992	0,1009	0,1316	0,1427	0,1596	0,1748	0,1883

v (m/s)								
Prof.	i %							
	0,50	0,97	1,00	1,70	2,00	2,50	3,00	3,48
0,05	0,461	0,640	0,652	0,850	0,922	1,030	1,129	1,216
0,06	0,520	0,723	0,736	0,960	1,041	1,164	1,275	1,373
0,08	0,630	0,876	0,892	1,162	1,261	1,410	1,544	1,663
0,10	0,732	1,016	1,035	1,349	1,463	1,636	1,792	1,930
0,125	0,826	1,148	1,168	1,523	1,652	1,847	2,023	2,179

CUNETA TRIANGULAR DE HORMIGÓN ASIMÉTRICA 0,7 M

Coef. Manning0,013

Sección tipo triangular

Taludes laterales (x /1)3,33

Profundidad máxima (m)0,15

0,70

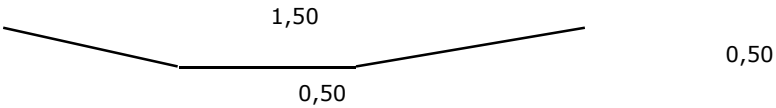
0,15

Prof.	Q (m3/s)							
	i %							
	0,50	1,00	3,00	5,00	7,00	9,00	11,00	13,00
0,01	0,0000	0,0000	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0002	0,0002
0,05	0,0025	0,0036	0,0062	0,0080	0,0095	0,0108	0,0119	0,0130
0,10	0,0161	0,0228	0,0395	0,0510	0,0604	0,0685	0,0757	0,0823
0,12	0,0262	0,0371	0,0643	0,0830	0,0982	0,1113	0,1231	0,1338
0,15	0,0476	0,0673	0,1165	0,1504	0,1780	0,2018	0,2232	0,2426

Prof.	v (m/s)							
	i %							
	0,50	1,00	3,00	5,00	7,00	9,00	11,00	13,00
0,01	0,149	0,211	0,365	0,471	0,557	0,632	0,699	0,760
0,05	0,436	0,616	1,067	1,378	1,630	1,848	2,043	2,221
0,10	0,692	0,978	1,694	2,187	2,588	2,934	3,244	3,526
0,12	0,781	1,104	1,913	2,470	2,922	3,313	3,663	3,982
0,15	0,906	1,282	2,220	2,866	3,391	3,845	4,251	4,621

CUNETA TRAPEZIAL DE HORMIGÓN SIMÉTRICA 0,50 M BASE/0,50 M PROFUNDIDAD, EN CABEZAS DESMONTES

Coef. Manning	0,015	
Sección tipo	trapezoidal	
Taludes laterales (x /1)	1,00	
	1,00	
Anchura lecho	0,50	
Profundidad máxima (m)	0,50	



Prof.	Q (m ³ /s)							
	i %							
	0,50	1,00	2,00	4,00	6,00	8,00	10,00	12,00
0,05	0,0159	0,0225	0,0318	0,0449	0,0550	0,0635	0,0710	0,0778
0,10	0,0510	0,0722	0,1021	0,1443	0,1768	0,2041	0,2282	0,2500
0,20	0,1706	0,2412	0,3411	0,4824	0,5908	0,6822	0,7627	0,8355
0,30	0,3580	0,5062	0,7159	1,0125	1,2400	1,4319	1,6009	1,7537
0,40	0,6197	0,8764	1,2394	1,7528	2,1468	2,4789	2,7715	3,0360
0,50	0,9631	1,3621	1,9263	2,7241	3,3364	3,8525	4,3072	4,7183

Prof.	v (m/s)							
	i %							
	0,50	1,00	2,00	4,00	6,00	8,00	10,00	12,00
0,05	0,577	0,817	1,155	1,633	2,000	2,310	2,582	2,829
0,10	0,851	1,203	1,701	2,406	2,946	3,402	3,804	4,167
0,20	1,218	1,723	2,436	3,446	4,220	4,873	5,448	5,968
0,30	1,492	2,109	2,983	4,219	5,167	5,966	6,670	7,307
0,40	1,721	2,434	3,443	4,869	5,963	6,886	7,699	8,433
0,50	1,926	2,724	3,853	5,448	6,673	7,705	8,614	9,437

CUNETA TRAPEZIAL EN TIERRAS SIMÉTRICA 0,30 M BASE / 0,30 M PROFUNDIDAD, EN TERRENO NATURAL

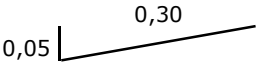
Coef. Manning	0,025	1,20	0,30
Sección tipo	trapezoidal		
Taludes laterales (x /1)	1,50	0,30	
	1,50		
Anchura lecho	0,30		
Profundidad máxima (m)	0,30		

Prof.	Q (m ³ /s)							
	i %							
	0,50	1,00	2,00	4,00	5,00	8,00	10,00	12,00
0,05	0,0061	0,0086	0,0122	0,0173	0,0193	0,0244	0,0273	0,0299
0,10	0,0212	0,0300	0,0425	0,0600	0,0671	0,0849	0,0949	0,1040
0,20	0,0814	0,1152	0,1629	0,2303	0,2575	0,3257	0,3642	0,3989
0,30	0,1898	0,2684	0,3796	0,5368	0,6001	0,7591	0,8487	0,9297

Prof.	v (m/s)							
	i %							
	0,50	1,00	2,00	4,00	5,00	8,00	10,00	12,00
0,05	0,325	0,460	0,651	0,921	1,029	1,302	1,456	1,595
0,10	0,472	0,667	0,944	1,334	1,492	1,887	2,110	2,311
0,20	0,679	0,960	1,357	1,919	2,146	2,714	3,035	3,324
0,30	0,843	1,193	1,687	2,386	2,667	3,374	3,772	4,132

RIGOLA HORMIGÓN CONTRA BORDILLO 0,30 M

Coef. Manning 0,013
Sección tipo triangular
Taludes laterales (x /1) 6,00
Profundidad máxima (m) 0,05



Q (m3/s)								
Prof.	i %							
	0,50	1,00	2,00	3,00	4,00	5,00	6,00	6,50
0,01	0,0000	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0002
0,02	0,0003	0,0004	0,0005	0,0007	0,0008	0,0009	0,0009	0,0010
0,03	0,0008	0,0011	0,0016	0,0020	0,0023	0,0025	0,0028	0,0029
0,04	0,0017	0,0024	0,0034	0,0042	0,0049	0,0054	0,0060	0,0062
0,05	0,0031	0,0044	0,0062	0,0076	0,0088	0,0099	0,0108	0,0113

v (m/s)								
Prof.	i %							
	0,50	1,00	2,00	3,00	4,00	5,00	6,00	6,50
0,01	0,142	0,201	0,285	0,349	0,403	0,450	0,493	0,513
0,02	0,226	0,320	0,452	0,554	0,639	0,715	0,783	0,815
0,03	0,296	0,419	0,592	0,726	0,838	0,937	1,026	1,068
0,04	0,359	0,507	0,718	0,879	1,015	1,135	1,243	1,294
0,05	0,416	0,589	0,833	1,020	1,178	1,317	1,442	1,501

CUNETA TRAPEZIAL ENCACHADA 1,00 M BASE/0,50 – 0,8 M PROFUNDIDAD

Coef. Manning	ENCACHADO	0,035
Sección tipo	trapezoidal	
Taludes laterales (x /1)		1,00
		1,00
Anchura lecho		1,00
Profundidad máxima (m)		0,80

Q (m3/s)

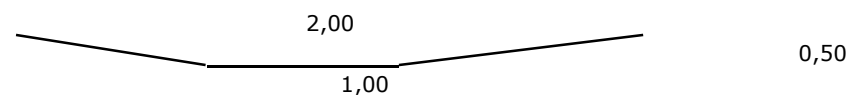
Prof.	0,50	1,00	2,00	3,00	4,00	8,00	10,00	12,00
0,05	0,0136	0,0193	0,0272	0,0334	0,0385	0,0545	0,0609	0,0667
0,10	0,0432	0,0611	0,0864	0,1059	0,1222	0,1729	0,1933	0,2117
0,15	0,0853	0,1206	0,1706	0,2090	0,2413	0,3412	0,3815	0,4179
0,20	0,1389	0,1964	0,2778	0,3402	0,3928	0,5555	0,6211	0,6804
0,25	0,2035	0,2879	0,4071	0,4986	0,5757	0,8142	0,9103	0,9972
0,30	0,2792	0,3949	0,5585	0,6840	0,7898	1,1170	1,2488	1,3680
0,35	0,3660	0,5177	0,7321	0,8966	1,0353	1,4641	1,6370	1,7932
0,40	0,4641	0,6564	0,9282	1,1368	1,3127	1,8565	2,0756	2,2737
0,45	0,5737	0,8113	1,1474	1,4053	1,6226	2,2948	2,5656	2,8105
0,50	0,6950	0,9829	1,3901	1,7025	1,9658	2,7801	3,1083	3,4049
0,55	0,8284	1,1715	1,6568	2,0292	2,3431	3,3136	3,7047	4,0583
0,60	0,9741	1,3776	1,9482	2,3861	2,7552	3,8964	4,3564	4,7722
0,65	1,1325	1,6015	2,2649	2,7739	3,2031	4,5298	5,0645	5,5479
0,70	1,3037	1,8438	2,6075	3,1935	3,6876	5,2150	5,8305	6,3870
0,75	1,4883	2,1048	2,9766	3,6456	4,2095	5,9532	6,6559	7,2911
0,80	1,6864	2,3850	3,3728	4,1309	4,7699	6,7457	7,5419	8,2617

v (m/s)

Prof.	0,50	1,00	2,00	3,00	4,00	8,00	10,00	12,00
0,05	0,259	0,367	0,519	0,635	0,734	1,037	1,160	1,271
0,10	0,393	0,556	0,786	0,962	1,111	1,571	1,757	1,925
0,15	0,495	0,699	0,989	1,211	1,399	1,978	2,212	2,423
0,20	0,579	0,818	1,157	1,417	1,637	2,315	2,588	2,835
0,25	0,651	0,921	1,303	1,595	1,842	2,605	2,913	3,191
0,30	0,716	1,013	1,432	1,754	2,025	2,864	3,202	3,508
0,35	0,775	1,096	1,549	1,898	2,191	3,099	3,464	3,795
0,40	0,829	1,172	1,658	2,030	2,344	3,315	3,706	4,060
0,45	0,879	1,243	1,758	2,154	2,487	3,517	3,932	4,307
0,50	0,927	1,311	1,853	2,270	2,621	3,707	4,144	4,540
0,55	0,972	1,374	1,943	2,380	2,748	3,887	4,346	4,761
0,60	1,015	1,435	2,029	2,485	2,870	4,059	4,538	4,971
0,65	1,056	1,493	2,112	2,586	2,987	4,224	4,722	5,173
0,70	1,096	1,549	2,191	2,684	3,099	4,382	4,900	5,367
0,75	1,134	1,604	2,268	2,778	3,207	4,536	5,071	5,555
0,80	1,171	1,656	2,342	2,869	3,312	4,685	5,237	5,737

CUNETA TRAPEZIAL ENCACHADA 1,00 M BASE/0,50 – 0,8 M PROFUNDIDAD- RANGO DE PENDIENTES ADAPTADO PARA CUNETAS PERIMETRALES DPS

Coef. Manning ENCACHADO 0,035
Sección tipo trapezoidal
Taludes laterales (x /1) 1,00
Anchura lecho 1,00
Profundidad máxima (m) 0,50

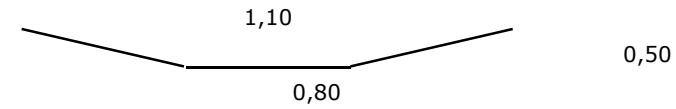


Prof.	Q (m3/s)							
	1,00	2,00	8,00	10,00	15,00	17,00	20,00	25,00
0,05	0,0193	0,0272	0,0545	0,0609	0,0746	0,0794	0,0861	0,0963
0,10	0,0611	0,0864	0,1729	0,1933	0,2367	0,2520	0,2733	0,3056
0,15	0,1206	0,1706	0,3412	0,3815	0,4673	0,4974	0,5396	0,6032
0,20	0,1964	0,2778	0,5555	0,6211	0,7607	0,8098	0,8783	0,9820
0,22	0,2311	0,3268	0,6537	0,7308	0,8951	0,9529	1,0336	1,1556
0,27	0,3288	0,4650	0,9300	1,0398	1,2734	1,3557	1,4704	1,6440
0,32	0,4421	0,6252	1,2505	1,3981	1,7123	1,8229	1,9772	2,2105
0,37	0,5712	0,8078	1,6156	1,8063	2,2123	2,3551	2,5545	2,8560
0,42	0,7164	1,0131	2,0262	2,2654	2,7745	2,9537	3,2037	3,5819
0,47	0,8779	1,2416	2,4832	2,7763	3,4003	3,6198	3,9263	4,3897
0,52	1,0563	1,4938	2,9877	3,3403	4,0910	4,3552	4,7239	5,2815
0,57	1,2518	1,7704	3,5408	3,9587	4,8484	5,1615	5,5984	6,2592
0,62	1,4650	2,0718	4,1437	4,6328	5,6740	6,0404	6,5517	7,3250
0,67	1,6962	2,3988	4,7976	5,3639	6,5694	6,9937	7,5857	8,4811
0,72	1,9459	2,7519	5,5038	6,1535	7,5364	8,0232	8,7023	9,7295
0,80	2,3850	3,3728	6,7457	7,5419	9,2369	9,8334	10,6659	11,9248

Prof.	v (m/s)							
	1,00	2,00	8,00	10,00	15,00	17,00	20,00	25,00
0,05	0,367	0,519	1,037	1,160	1,421	1,512	1,640	1,834
0,10	0,556	0,786	1,571	1,757	2,152	2,291	2,485	2,778
0,15	0,699	0,989	1,978	2,212	2,709	2,884	3,128	3,497
0,20	0,818	1,157	2,315	2,588	3,169	3,374	3,660	4,092
0,22	0,861	1,218	2,435	2,723	3,335	3,550	3,851	4,305
0,27	0,959	1,356	2,712	3,032	3,714	3,954	4,288	4,794
0,32	1,047	1,480	2,960	3,310	4,054	4,315	4,681	5,233
0,37	1,127	1,594	3,187	3,563	4,364	4,646	5,039	5,634
0,42	1,201	1,699	3,397	3,798	4,652	4,953	5,372	6,006
0,47	1,271	1,797	3,594	4,018	4,921	5,239	5,683	6,354
0,52	1,336	1,890	3,780	4,226	5,176	5,510	5,977	6,682
0,57	1,399	1,978	3,957	4,424	5,418	5,768	6,256	6,994
0,62	1,459	2,063	4,126	4,612	5,649	6,014	6,523	7,293
0,67	1,516	2,144	4,288	4,794	5,871	6,250	6,780	7,580
0,72	1,571	2,222	4,444	4,969	6,086	6,479	7,027	7,857
0,80	1,656	2,342	4,685	5,237	6,415	6,829	7,407	8,281

CUNETA TRAPEZIAL ENCACHADA REDUCIDA: 0,80 M BASE/0,50 PROFUNDIDAD/TALUDES VERTICALIZADOS

Coef. Manning	ENCACHADO	0,035
Sección tipo	trapezoidal	
Taludes laterales (x /1)		0,30
		0,30
Anchura lecho		0,80
Profundidad máxima (m)		0,50



Q (m³/s)

Prof.	i %							
	0,70	2,00	8,00	10,00	15,00	17,00	20,00	25,00
0,05	0,0123	0,0208	0,0417	0,0466	0,0571	0,0608	0,0659	0,0737
0,10	0,0375	0,0634	0,1269	0,1419	0,1737	0,1850	0,2006	0,2243
0,15	0,0712	0,1203	0,2406	0,2690	0,3295	0,3508	0,3805	0,4254
0,20	0,1115	0,1885	0,3770	0,4215	0,5162	0,5496	0,5961	0,6665
0,25	0,1576	0,2664	0,5328	0,5957	0,7296	0,7767	0,8424	0,9419
0,30	0,2089	0,3530	0,7060	0,7894	0,9668	1,0292	1,1164	1,2481
0,35	0,2649	0,4477	0,8955	1,0012	1,2262	1,3054	1,4159	1,5830
0,40	0,3255	0,5501	1,1003	1,2302	1,5066	1,6039	1,7397	1,9450
0,45	0,3904	0,6600	1,3199	1,4757	1,8074	1,9241	2,0870	2,3333
0,50	0,4597	0,7770	1,5540	1,7374	2,1279	2,2653	2,4571	2,7471

v (m/s)

Prof.	i %							
	0,70	2,00	8,00	10,00	15,00	17,00	20,00	25,00
0,05	0,303	0,512	1,023	1,144	1,401	1,492	1,618	1,809
0,10	0,452	0,764	1,529	1,709	2,093	2,228	2,417	2,702
0,15	0,562	0,949	1,898	2,122	2,600	2,767	3,002	3,356
0,20	0,648	1,096	2,192	2,451	3,001	3,195	3,466	3,875
0,25	0,720	1,218	2,436	2,723	3,335	3,551	3,851	4,306
0,30	0,782	1,322	2,644	2,956	3,621	3,855	4,181	4,675
0,35	0,836	1,414	2,827	3,161	3,871	4,121	4,470	4,998
0,40	0,884	1,495	2,990	3,343	4,094	4,358	4,727	5,285
0,45	0,928	1,569	3,137	3,507	4,296	4,573	4,960	5,546
0,50	0,968	1,636	3,272	3,658	4,480	4,769	5,173	5,783

APÉNDICE Nº 4: COMPROBACIÓN HIDRÁULICO ODTs

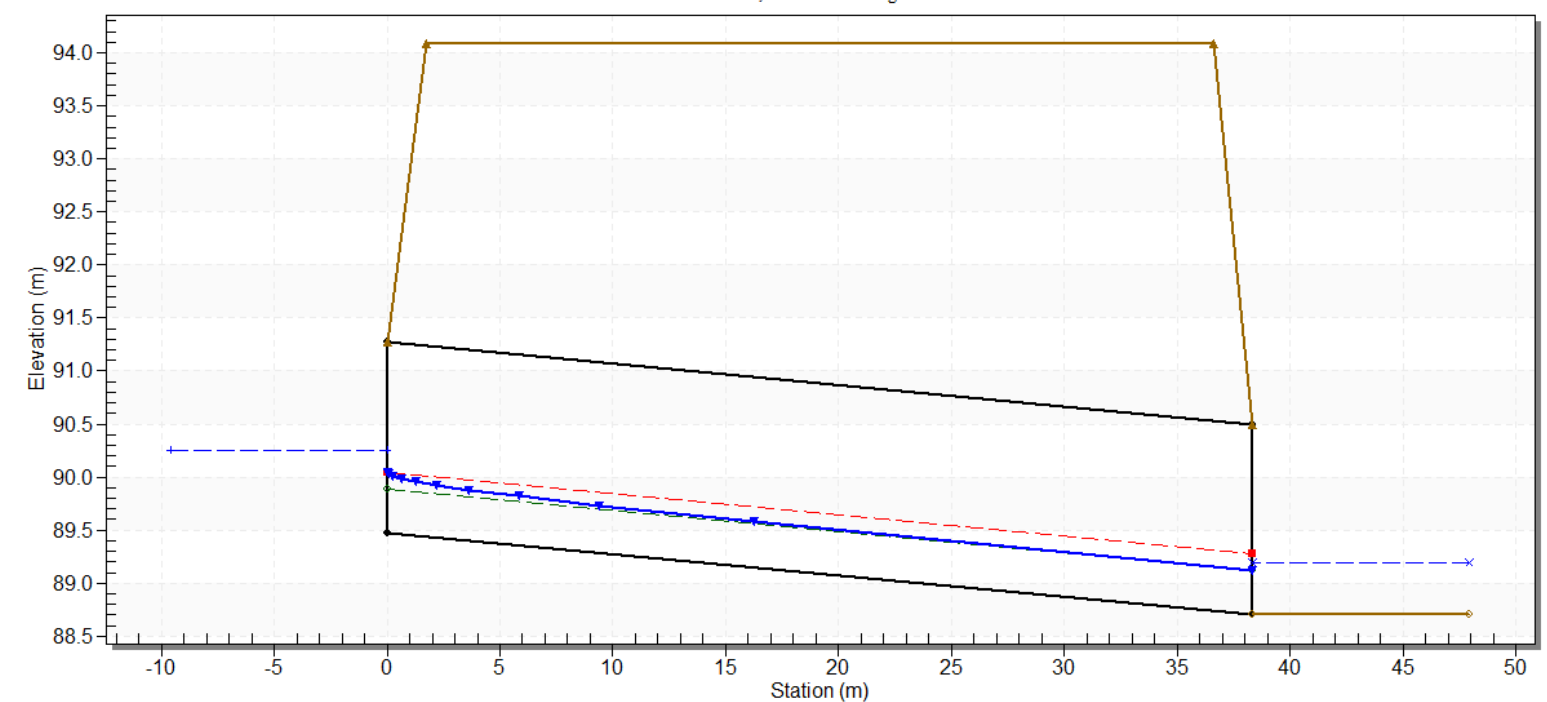
ODT C2 (PK 0+057)

PK TRAZADO	CUENCA	Nº	Q ₁₀₀ (m³/s)		DIM (m)	L _{ODT} (m)	P%
0+057	cuenca natural	C-2	1,41	ODT	1,8	38,36	2,0

Total Discharge (cms)	Culvert Discharge (cms)	Headwater Elevation (m)	Inlet Control Depth(m)	Outlet Control Depth(m)	Flow Type	Normal Depth (m)	Critical Depth (m)	Outlet Depth (m)	Tailwater Depth (m)	Outlet Velocity (m/s)	Tailwater Velocity (m/s)
1.03	1.03	90.13	0.66	0.0*	1-S2n	0.36	0.49	0.36	0.44	2.85	1.63
1.12	1.12	90.16	0.69	0.0*	1-S2n	0.37	0.51	0.38	0.46	2.88	1.67
1.21	1.21	90.19	0.72	0.0*	1-S2n	0.39	0.53	0.39	0.48	2.99	1.70
1.29	1.29	90.21	0.74	0.0*	1-S2n	0.40	0.55	0.41	0.50	2.96	1.73
1.41	1.41	90.25	0.78	0.0*	1-S2n	0.42	0.57	0.42	0.52	3.10	1.77
1.47	1.47	90.27	0.80	0.0*	1-S2n	0.43	0.59	0.43	0.53	3.16	1.79
1.56	1.56	90.29	0.82	0.0*	1-S2n	0.44	0.60	0.45	0.55	3.13	1.82
1.65	1.65	90.32	0.85	0.0*	1-S2n	0.45	0.62	0.46	0.57	3.21	1.85
1.73	1.73	90.34	0.87	0.0*	1-S2n	0.47	0.64	0.47	0.58	3.31	1.88
1.82	1.82	90.36	0.89	0.0*	1-S2n	0.48	0.65	0.49	0.60	3.28	1.90
1.91	1.91	90.39	0.92	0.0*	1-S2n	0.49	0.67	0.50	0.61	3.33	1.92

Crossing - C-2 tronco, Design Discharge - 1.41 cms

Culvert - Culvert 1, Culvert Discharge - 1.41 cms

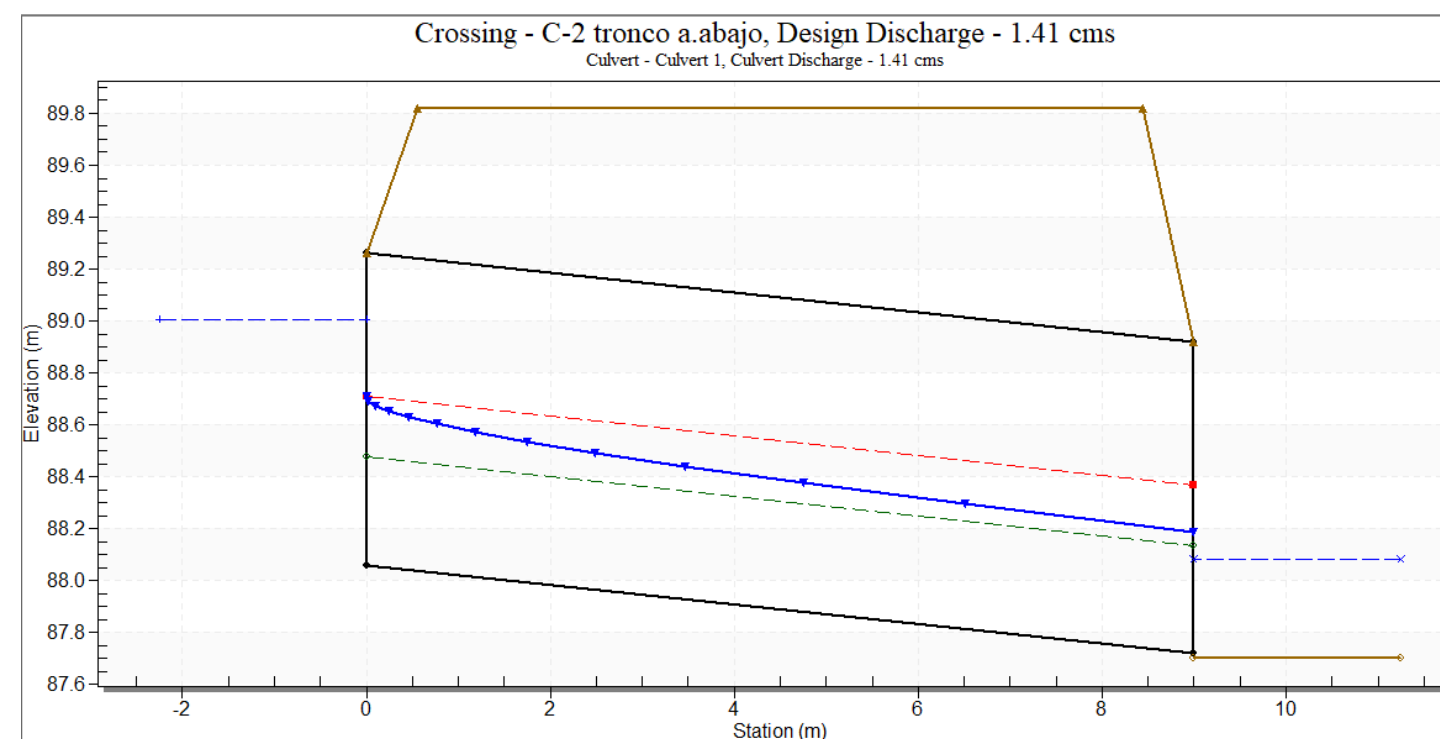


ODT C2 (PK 0+056,17 camino-eje 19)

PK TRAZADO	CUENCA	Nº	Q ₁₀₀ (m³/s)		DIM (m)	L _{ODT} (m)	P%
0+057	cuenca natural	C-2	1,41	ODT a.abajo	1,2	9,00	3,8

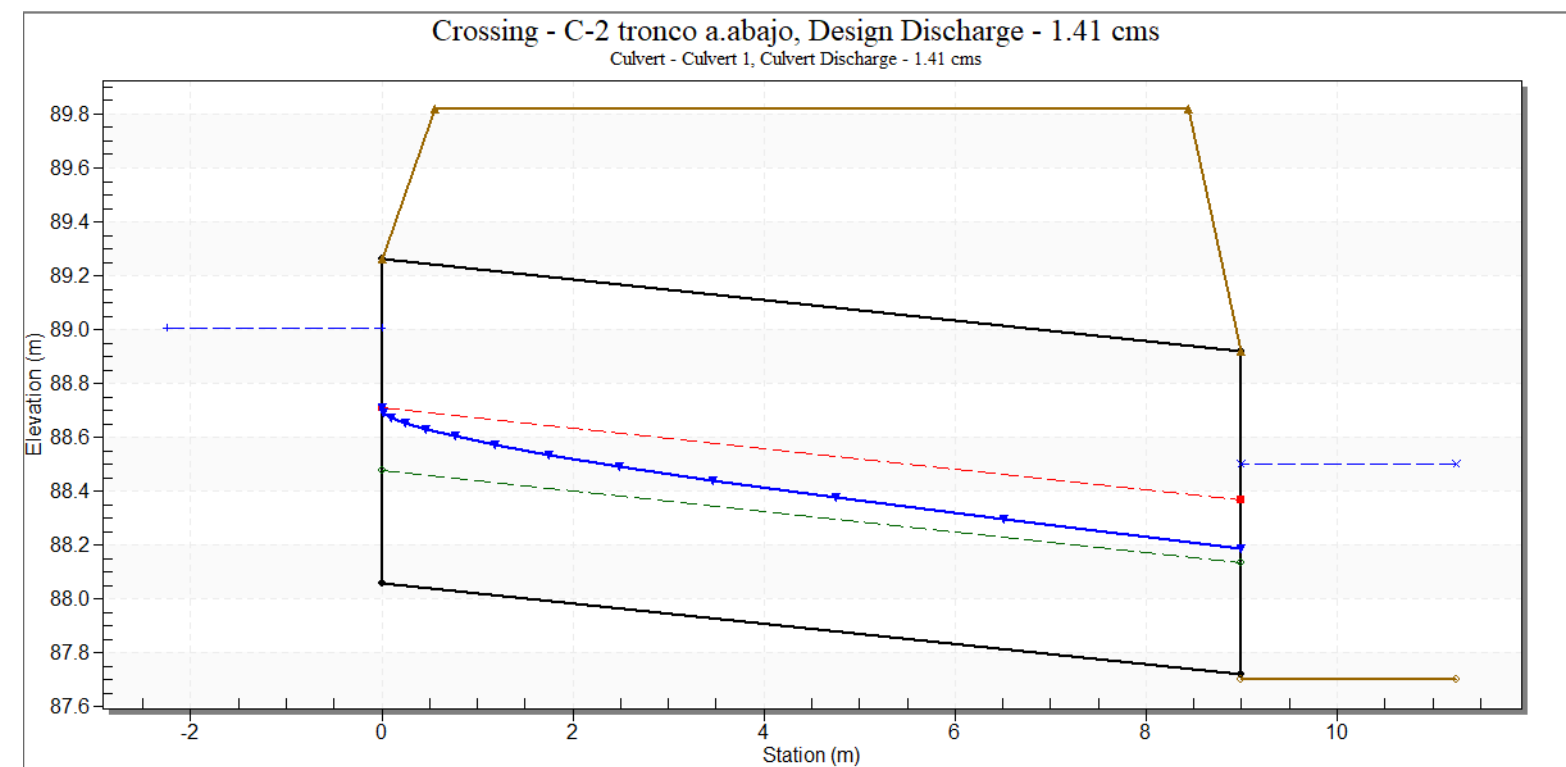
ODT bajo influencia avenidas en Artibai. Para avenidas de 100 años o inferiores en Artibai: desagüe en lámina libre

Total Discharge (cms)	Culvert Discharge (cms)	Headwater Elevation (m)	Inlet Control Depth(m)	Outlet Control Depth(m)	Flow Type	Normal Depth (m)	Critical Depth (m)	Outlet Depth (m)	Tailwater Depth (m)	Outlet Velocity (m/s)	Tailwater Velocity (m/s)
1.03	1.03	88.84	0.78	0.29	1-S2n	0.35	0.55	0.39	0.32	3.24	2.36
1.12	1.12	88.88	0.82	0.32	1-S2n	0.37	0.57	0.41	0.34	3.31	2.42
1.21	1.21	88.92	0.86	0.36	1-S2n	0.38	0.60	0.43	0.35	3.36	2.47
1.29	1.29	88.96	0.90	0.40	1-S2n	0.40	0.62	0.44	0.36	3.41	2.52
1.41	1.41	89.01	0.95	0.45	1-S2n	0.41	0.65	0.47	0.38	3.48	2.59
1.47	1.47	89.03	0.97	0.48	1-S2n	0.42	0.66	0.48	0.39	3.51	2.62
1.56	1.56	89.07	1.01	0.52	1-S2n	0.44	0.68	0.49	0.40	3.55	2.66
1.65	1.65	89.11	1.05	0.56	1-S2n	0.45	0.70	0.51	0.42	3.59	2.70
1.73	1.73	89.14	1.08	0.60	1-S2n	0.46	0.72	0.53	0.43	3.64	2.74
1.82	1.82	89.18	1.12	0.64	1-S2n	0.48	0.74	0.54	0.44	3.68	2.78
1.91	1.91	89.22	1.16	0.68	1-S2n	0.49	0.76	0.56	0.45	3.71	2.81



Para avenida de 500 años en Artibai: desagüe sumergido

Total Discharge (cms)	Culvert Discharge (cms)	Headwater Elevation (m)	Inlet Control Depth(m)	Outlet Control Depth(m)	Flow Type	Normal Depth (m)	Critical Depth (m)	Outlet Depth (m)	Tailwater Depth (m)	Outlet Velocity (m/s)	Tailwater Velocity (m/s)
1.03	1.03	88.84	0.78	0.52	1-S2n	0.35	0.55	0.39	0.80	3.24	0.00
1.12	1.12	88.88	0.82	0.53	1-S2n	0.37	0.57	0.41	0.80	3.31	0.00
1.21	1.21	88.92	0.86	0.54	1-S2n	0.38	0.60	0.43	0.80	3.36	0.00
1.29	1.29	88.96	0.90	0.56	1-S2n	0.40	0.62	0.44	0.80	3.41	0.00
1.41	1.41	89.01	0.95	0.58	1-S2n	0.41	0.65	0.47	0.80	3.48	0.00
1.47	1.47	89.03	0.97	0.59	1-S2n	0.42	0.66	0.48	0.80	3.51	0.00
1.56	1.56	89.07	1.01	0.61	1-S2n	0.44	0.68	0.49	0.80	3.55	0.00
1.65	1.65	89.11	1.05	0.63	1-S2n	0.45	0.70	0.51	0.80	3.59	0.00
1.73	1.73	89.14	1.08	0.65	1-S2n	0.46	0.72	0.53	0.80	3.64	0.00
1.82	1.82	89.18	1.12	0.68	1-S2n	0.48	0.74	0.54	0.80	3.68	0.00
1.91	1.91	89.22	1.16	0.70	1-S2n	0.49	0.76	0.56	0.80	3.71	0.00



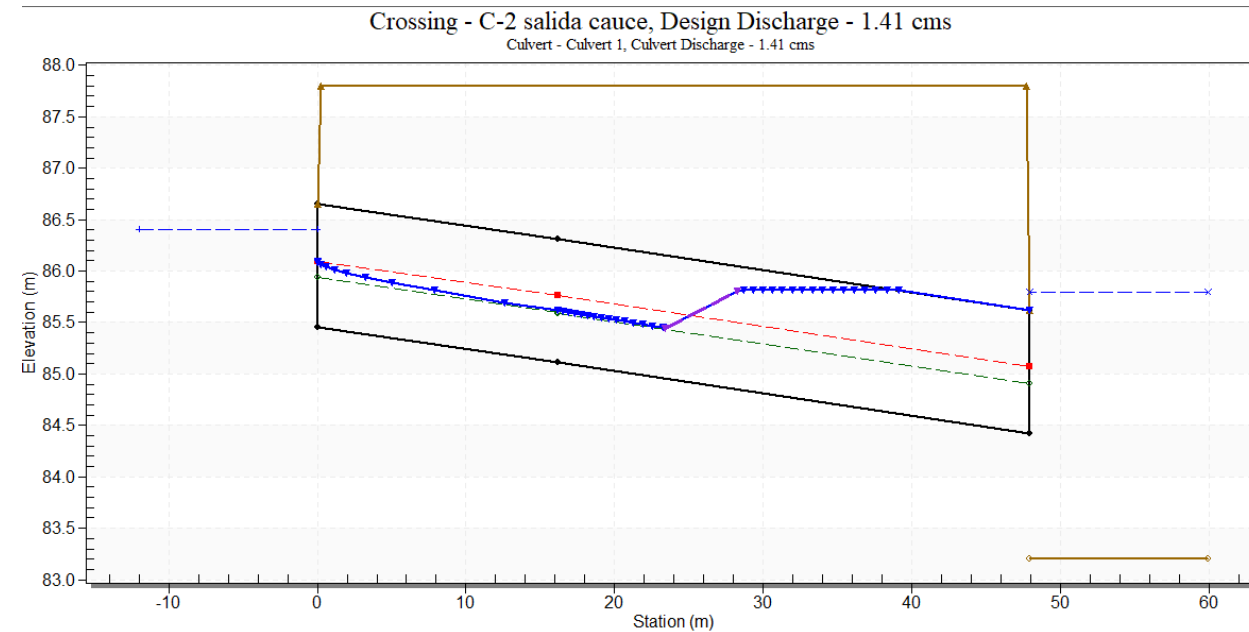
CONEXIÓN ODT C2 con red existente y cauce

PK TRAZADO	CUENCA	Nº	Q ₁₀₀ (m³/s)		DIM (m)	L _{ODT} (m)	P%
CONEXIÓN	cuenca natural	C-2	1,41	ODT bajo BI-2636	1,2	15,28/32,68	2,2

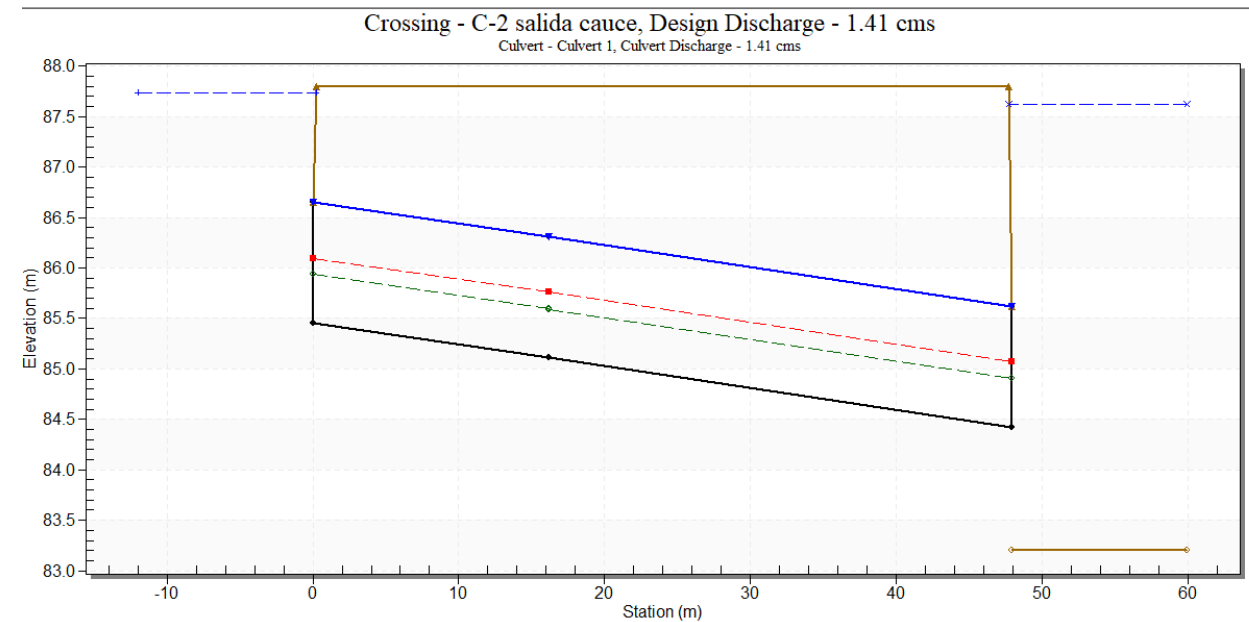
Para desagüe en cauce en avenida 10 años:

Total Discharge (cms)	Culvert Discharge (cms)	Headwater Elevation (m)	Inlet Control Depth(m)	Outlet Control Depth(m)	Flow Type	Normal Depth (m)	Critical Depth (m)	Upstream Depth (m)	Downstream Depth (m)	Upstream Velocity (m/s)	Downstream Velocity (m/s)
1.03	1.03	86.24	0.79	0.42	1-S2n	0.41	0.55	0.55	0.42	2.04	2.88
1.12	1.12	86.28	0.83	0.44	1-S2n	0.43	0.57	0.57	0.44	2.09	2.94
1.21	1.21	86.32	0.87	0.46	1-S2n	0.45	0.60	0.60	0.46	2.14	3.01
1.29	1.29	86.36	0.91	0.47	1-S2n	0.46	0.62	0.62	0.48	2.20	3.05
1.41	1.41	86.41	0.96	0.50	1-S2n	0.49	0.65	0.65	0.51	2.26	3.11
1.47	1.47	86.43	0.98	0.51	1-S2n	0.50	0.66	0.66	0.52	2.30	3.15
1.56	1.56	86.47	1.02	0.53	1-S2n	0.51	0.68	0.68	0.54	2.34	3.19
1.65	1.65	86.51	1.06	0.56	1-S2n	0.53	0.70	0.70	0.55	2.39	3.24
1.73	1.73	86.54	1.09	0.58	1-S2n	0.55	0.72	0.72	0.57	2.44	3.28
1.82	1.82	86.58	1.13	0.61	1-S2n	0.56	0.74	0.74	0.59	2.48	3.32
1.91	1.91	86.62	1.17	0.63	1-S2n	0.58	0.76	0.76	0.60	2.53	3.35

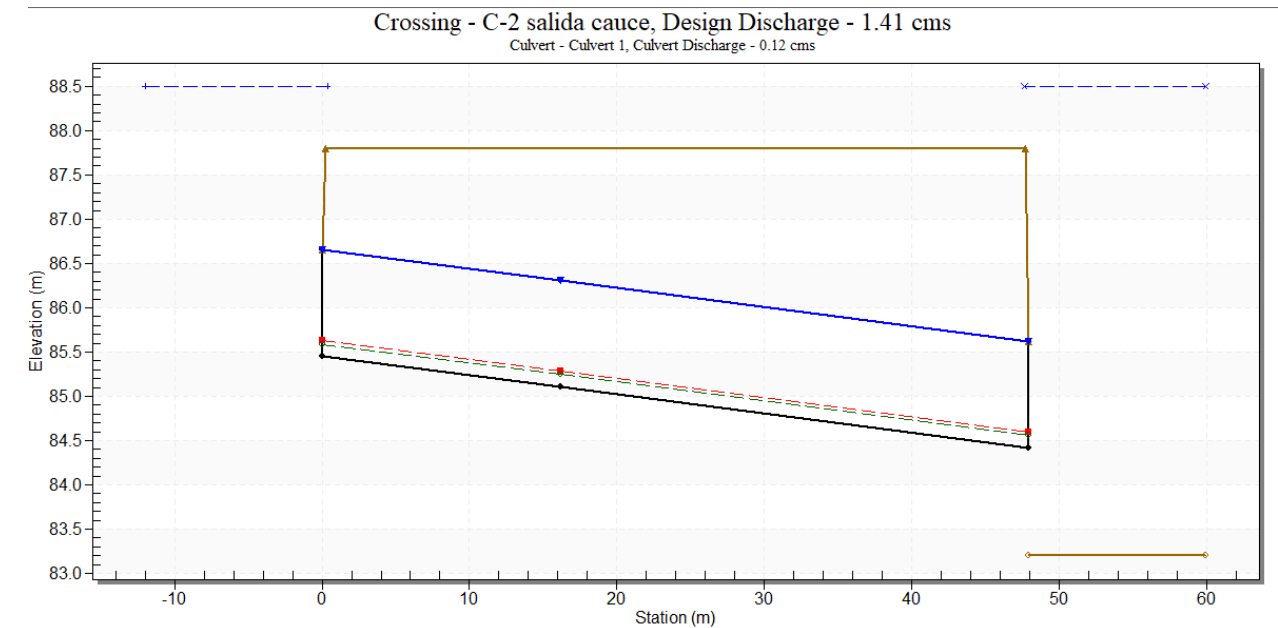
Total Discharge (cms)	Culvert Discharge (cms)	Headwater Elevation (m)	Inlet Control Depth(m)	Outlet Control Depth(m)	Flow Type	Normal Depth (m)	Critical Depth (m)	Tailwater Depth (m)	Tailwater Velocity (m/s)	Upstream Depth (m)	Downstream Depth (m)	Upstream Velocity (m/s)	Downstream Velocity (m/s)
1.03	1.03	86.24	0.79	0.42	1-JS1f	0.41	0.55	2.59	0.00	0.42	1.20	2.88	0.91
1.12	1.12	86.28	0.83	0.44	1-JS1f	0.42	0.57	2.59	0.00	0.44	1.20	2.94	0.99
1.21	1.21	86.32	0.87	0.46	1-JS1f	0.44	0.60	2.59	0.00	0.46	1.20	3.01	1.07
1.29	1.29	86.36	0.91	0.47	1-JS1f	0.46	0.62	2.59	0.00	0.48	1.20	3.05	1.14
1.41	1.41	86.41	0.96	0.50	1-JS1f	0.48	0.65	2.59	0.00	0.51	1.20	3.11	1.25
1.47	1.47	86.43	0.98	0.51	1-JS1f	0.49	0.66	2.59	0.00	0.52	1.20	3.15	1.30
1.56	1.56	86.47	1.02	0.53	1-JS1f	0.51	0.68	2.59	0.00	0.54	1.20	3.19	1.38
1.65	1.65	86.51	1.06	0.56	1-JS1f	0.52	0.70	2.59	0.00	0.55	1.20	3.24	1.46
1.73	1.73	86.54	1.09	0.58	1-JS1f	0.54	0.72	2.59	0.00	0.57	1.20	3.28	1.53
1.82	1.82	86.58	1.13	0.61	1-JS1f	0.56	0.74	2.59	0.00	0.59	1.20	3.32	1.61
1.91	1.91	86.62	1.17	0.63	1-JS1f	0.57	0.76	2.59	0.00	0.60	1.20	3.35	1.69



Para desagüe en cauce en avenida 100 años: la avenida no alcanza la calzada pero sumerge totalmente la conexión.



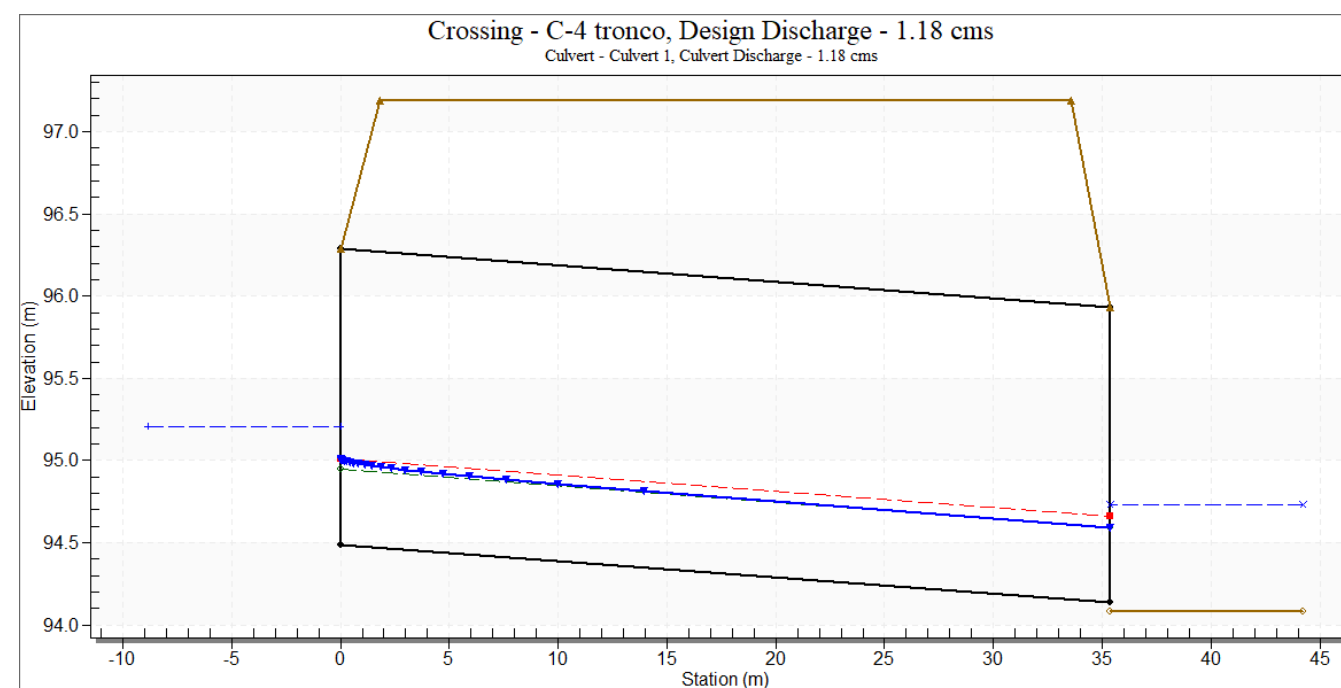
Para desagüe en cauce en avenida 500 años: la avenida sobrepasa la calzada y sumerge totalmente la conexión.



ODT C4 (PK 0+275)

PK TRAZADO	CUENCA	Nº	Q ₁₀₀ (m³/s)		DIM (m)	L _{ODT} (m)	P%
0+275	cuenca natural	C-4	1,18	ODT	1,8	35,39	1,0

Total Discharge (cms)	Culvert Discharge (cms)	Headwater Elevation (m)	Inlet Control Depth(m)	Outlet Control Depth(m)	Flow Type	Normal Depth (m)	Critical Depth (m)	Outlet Depth (m)	Tailwater Depth (m)	Outlet Velocity (m/s)	Tailwater Velocity (m/s)
0.87	0.87	95.10	0.61	0.18	1-S2n	0.39	0.45	0.39	0.58	2.12	1.67
0.94	0.94	95.12	0.63	0.20	1-S2n	0.41	0.47	0.41	0.60	2.17	1.70
1.02	1.02	95.15	0.66	0.22	1-S2n	0.42	0.48	0.42	0.62	2.22	1.74
1.09	1.09	95.18	0.69	0.24	1-S2n	0.44	0.50	0.44	0.63	2.27	1.77
1.18	1.18	95.20	0.71	0.26	1-S2n	0.46	0.52	0.46	0.65	2.32	1.80
1.24	1.24	95.22	0.73	0.28	1-S2n	0.47	0.54	0.47	0.66	2.35	1.82
1.31	1.31	95.25	0.76	0.30	1-S2n	0.48	0.55	0.48	0.68	2.38	1.85
1.39	1.39	95.27	0.78	0.31	1-S2n	0.50	0.57	0.50	0.69	2.43	1.88
1.46	1.46	95.29	0.80	0.33	1-S2n	0.51	0.58	0.51	0.70	2.45	1.90
1.54	1.54	95.31	0.82	0.35	1-S2n	0.52	0.60	0.52	0.72	2.50	1.93
1.61	1.61	95.33	0.84	0.36	1-S2n	0.54	0.61	0.54	0.73	2.53	1.95

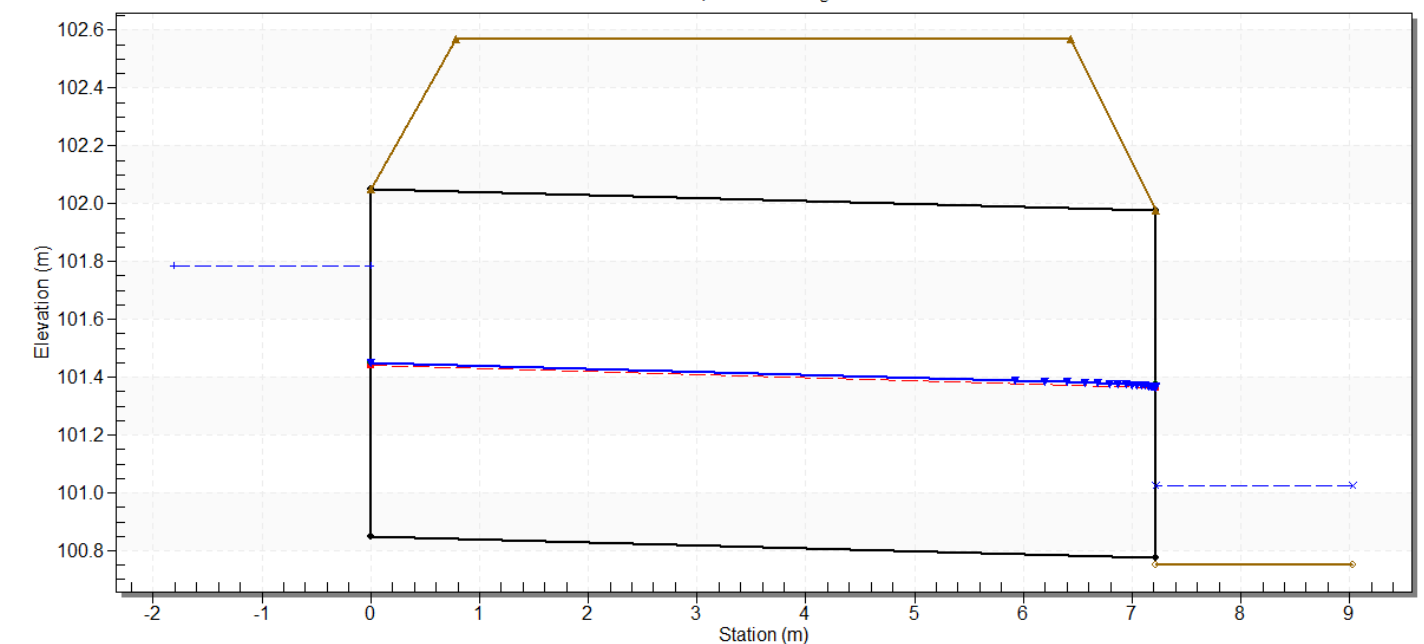


ODT C4 (PK 0+637,5 camino-eje 24)

PK TRAZADO	CUENCA	Nº	Q ₁₀₀ (m³/s)		DIM (m)	L _{ODT} (m)	P%
0+275	cuenca natural	C-4	1,18	ODT a arriba	1,2	7,22	1,0

Total Discharge (cms)	Culvert Discharge (cms)	Headwater Elevation (m)	Inlet Control Depth(m)	Outlet Control Depth(m)	Flow Type	Normal Depth (m)	Critical Depth (m)	Outlet Depth (m)	Tailwater Depth (m)	Outlet Velocity (m/s)	Tailwater Velocity (m/s)
0.87	0.87	101.64	0.71	0.79	2-M2c	0.51	0.50	0.50	0.17	1.93	2.42
0.94	0.94	101.67	0.75	0.82	2-M2c	0.53	0.53	0.53	0.18	1.98	2.48
1.02	1.02	101.71	0.79	0.86	2-M2c	0.55	0.55	0.55	0.18	2.03	2.55
1.09	1.09	101.74	0.82	0.89	2-M2c	0.57	0.57	0.57	0.19	2.08	2.61
1.18	1.18	101.78	0.86	0.93	2-M2c	0.60	0.59	0.59	0.20	2.13	2.68
1.24	1.24	101.81	0.89	0.96	2-M2c	0.62	0.61	0.61	0.20	2.16	2.72
1.31	1.31	101.84	0.92	0.99	2-M2c	0.64	0.62	0.62	0.21	2.21	2.78
1.39	1.39	101.87	0.95	1.02	2-M2c	0.66	0.64	0.64	0.22	2.25	2.83
1.46	1.46	101.90	0.99	1.05	2-M2c	0.68	0.66	0.66	0.22	2.29	2.88
1.54	1.54	101.93	1.02	1.08	2-M2c	0.71	0.68	0.68	0.23	2.33	2.92
1.61	1.61	101.96	1.05	1.11	2-M2c	0.73	0.69	0.69	0.24	2.37	2.97

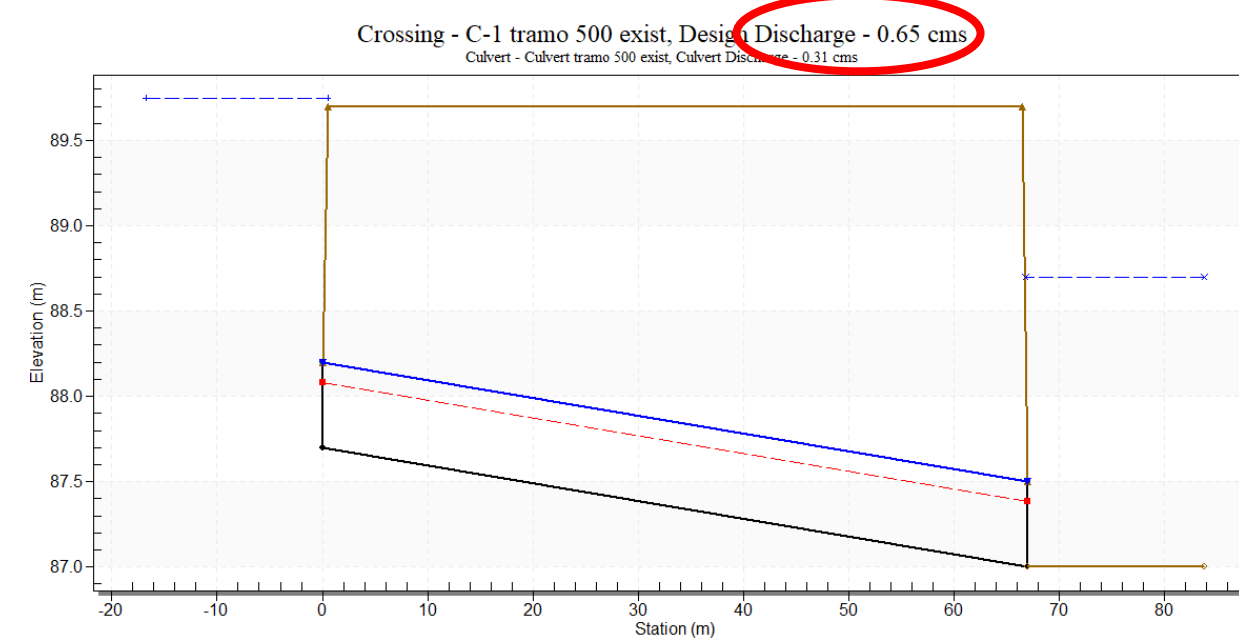
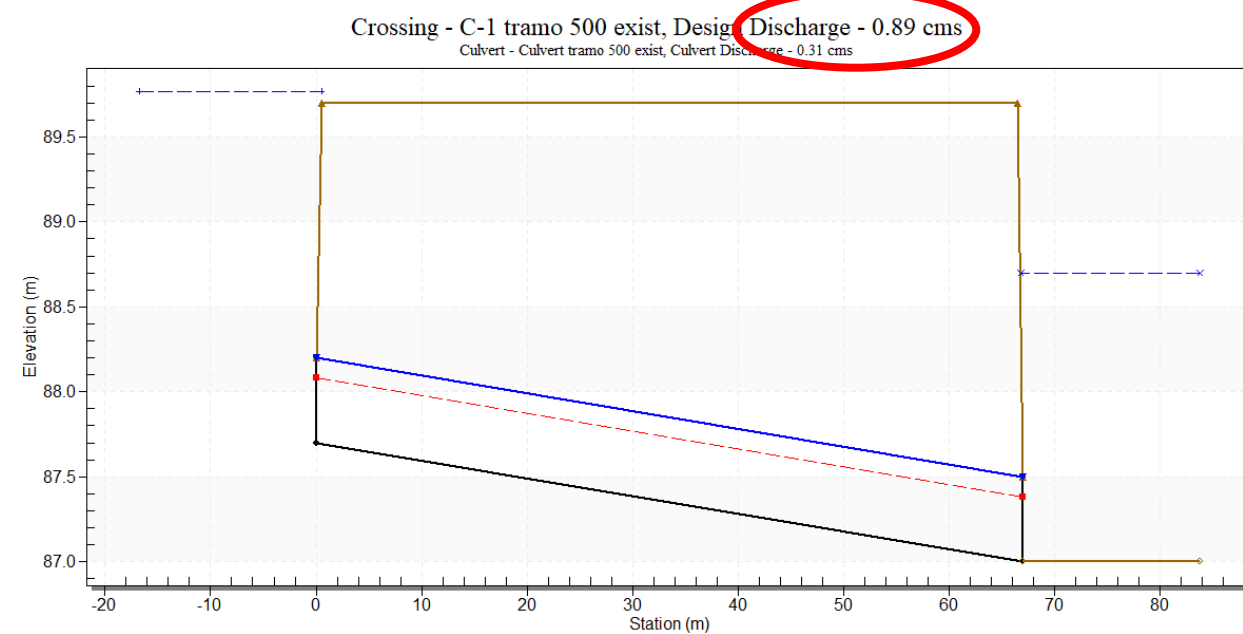
Crossing - C-4 tronco a.arriba, Design Discharge - 1.18 cms
Culvert - Culvert 1, Culvert Discharge - 1.18 cms



ODT EXISTENTE C1 (rotonda)

PRIMER TRAMO 67,04 m Ø500 mm

Total Discharge (cms)	Culvert Discharge (cms)	Headwater Elevation (m)	Inlet Control Depth(m)	Outlet Control Depth(m)	Flow Type	Normal Depth (m)	Critical Depth (m)	Outlet Depth (m)	Tailwater Depth (m)	Outlet Velocity (m/s)	Tailwater Velocity (m/s)
0.65	0.31	89.75	0.66	2.05	4-FFF	0.50	0.38	0.50	1.70	1.58	0.00
0.71	0.31	89.75	0.66	2.05	4-FFF	0.50	0.38	0.50	1.70	1.58	0.00
0.76	0.31	89.76	0.66	2.06	4-FFF	0.50	0.38	0.50	1.70	1.58	0.00
0.82	0.31	89.76	0.66	2.06	4-FFF	0.50	0.38	0.50	1.70	1.59	0.00
0.89	0.31	89.77	0.66	2.07	4-FFF	0.50	0.38	0.50	1.70	1.59	0.00
0.93	0.31	89.77	0.66	2.07	4-FFF	0.50	0.38	0.50	1.70	1.59	0.00
0.99	0.31	89.77	0.66	2.07	4-FFF	0.50	0.38	0.50	1.70	1.60	0.00
1.04	0.31	89.78	0.67	2.08	4-FFF	0.50	0.38	0.50	1.70	1.60	0.00
1.10	0.31	89.78	0.67	2.08	4-FFF	0.50	0.38	0.50	1.70	1.60	0.00
1.15	0.32	89.79	0.67	2.09	4-FFF	0.50	0.38	0.50	1.70	1.60	0.00
1.21	0.32	89.79	0.67	2.09	4-FFF	0.50	0.39	0.50	1.70	1.61	0.00



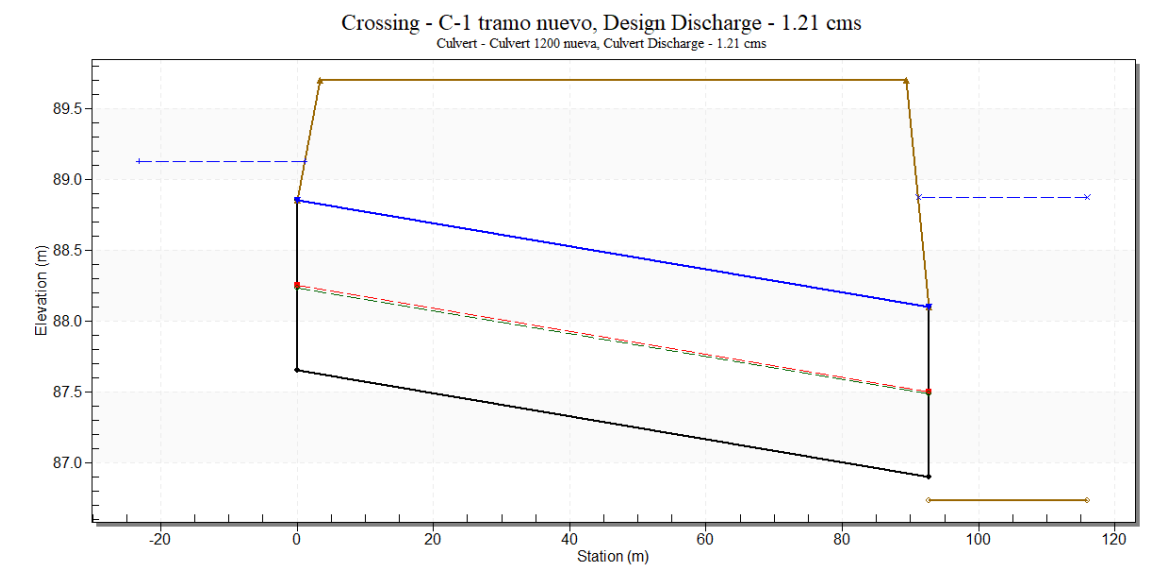
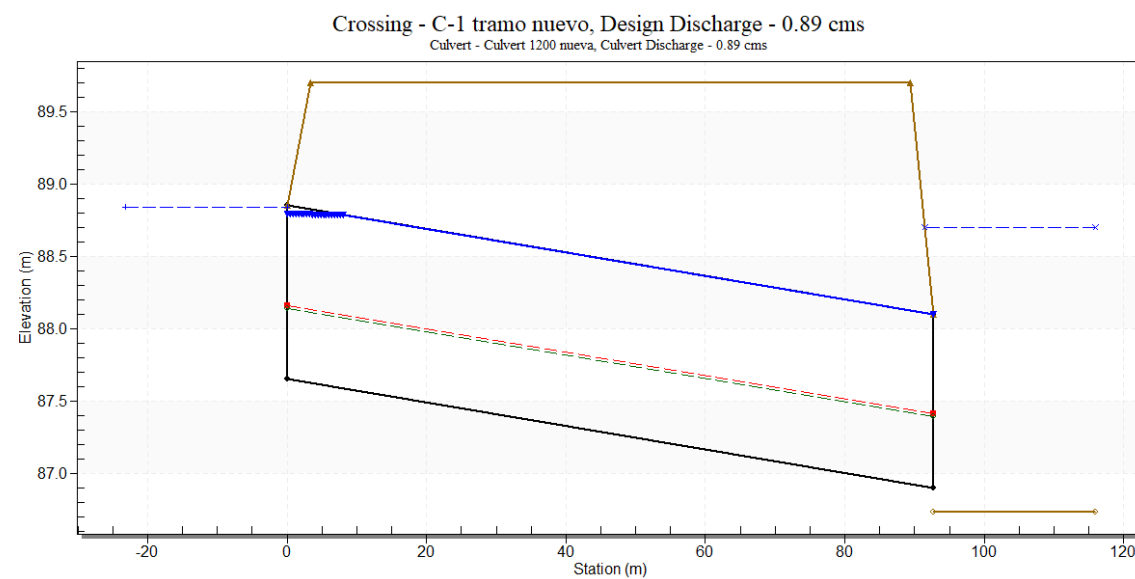
REPOSICIÓN PRIMER TRAMO ODT C1 (rotonda)

Ø1200 mm-con aportaciones 100 años

Total Discharge (cms)	Culvert Discharge (cms)	Headwater Elevation (m)	Inlet Control Depth(m)	Outlet Control Depth(m)	Flow Type	Normal Depth (m)	Critical Depth (m)	Outlet Depth (m)	Tailwater Depth (m)	Outlet Velocity (m/s)	Tailwater Velocity (m/s)
0.65	0.65	88.77	0.60	1.12	1-S1f	0.41	0.43	1.20	1.97	0.57	0.00
0.71	0.71	88.79	0.63	1.14	1-S1f	0.43	0.45	1.20	1.97	0.62	0.00
0.76	0.76	88.80	0.66	1.15	1-S1f	0.45	0.47	1.20	1.97	0.67	0.00
0.82	0.82	88.82	0.69	1.17	1-S1f	0.47	0.49	1.20	1.97	0.72	0.00
0.89	0.89	88.84	0.73	1.19	1-S1f	0.49	0.51	1.20	1.97	0.79	0.00
0.93	0.93	88.85	0.75	1.20	1-S1f	0.50	0.52	1.20	1.97	0.82	0.00
0.99	0.99	88.87	0.77	1.22	1-S1f	0.52	0.54	1.20	1.97	0.87	0.00
1.04	1.04	88.89	0.80	1.24	1-S1f	0.54	0.55	1.20	1.97	0.92	0.00
1.10	1.10	88.91	0.83	1.26	1-S1f	0.55	0.57	1.20	1.97	0.97	0.00
1.15	1.15	88.93	0.85	1.28	4-FFF	0.57	0.58	1.20	1.97	1.02	0.00
1.21	1.21	88.96	0.88	1.31	4-FFF	0.58	0.60	1.20	1.97	1.07	0.00

Ø1200 mm-con aportaciones 500 años

Total Discharge (cms)	Culvert Discharge (cms)	Headwater Elevation (m)	Inlet Control Depth(m)	Outlet Control Depth(m)	Flow Type	Normal Depth (m)	Critical Depth (m)	Outlet Depth (m)	Tailwater Depth (m)	Outlet Velocity (m/s)	Tailwater Velocity (m/s)
0.65	0.65	88.94	0.60	1.29	4-FFF	0.41	0.43	1.20	2.14	0.57	0.00
0.71	0.71	88.96	0.63	1.31	4-FFF	0.43	0.45	1.20	2.14	0.62	0.00
0.76	0.76	88.97	0.66	1.32	4-FFF	0.45	0.47	1.20	2.14	0.67	0.00
0.82	0.82	88.99	0.69	1.34	4-FFF	0.47	0.49	1.20	2.14	0.72	0.00
0.89	0.89	89.01	0.73	1.36	4-FFF	0.49	0.51	1.20	2.14	0.79	0.00
0.93	0.93	89.02	0.75	1.37	4-FFF	0.50	0.52	1.20	2.14	0.82	0.00
0.99	0.99	89.04	0.77	1.39	4-FFF	0.52	0.54	1.20	2.14	0.87	0.00
1.04	1.04	89.06	0.80	1.41	4-FFF	0.54	0.55	1.20	2.14	0.92	0.00
1.10	1.10	89.08	0.83	1.43	4-FFF	0.55	0.57	1.20	2.14	0.97	0.00
1.15	1.15	89.10	0.85	1.45	4-FFF	0.57	0.58	1.20	2.14	1.02	0.00
1.21	1.21	89.13	0.88	1.48	4-FFF	0.58	0.60	1.20	2.14	1.07	0.00

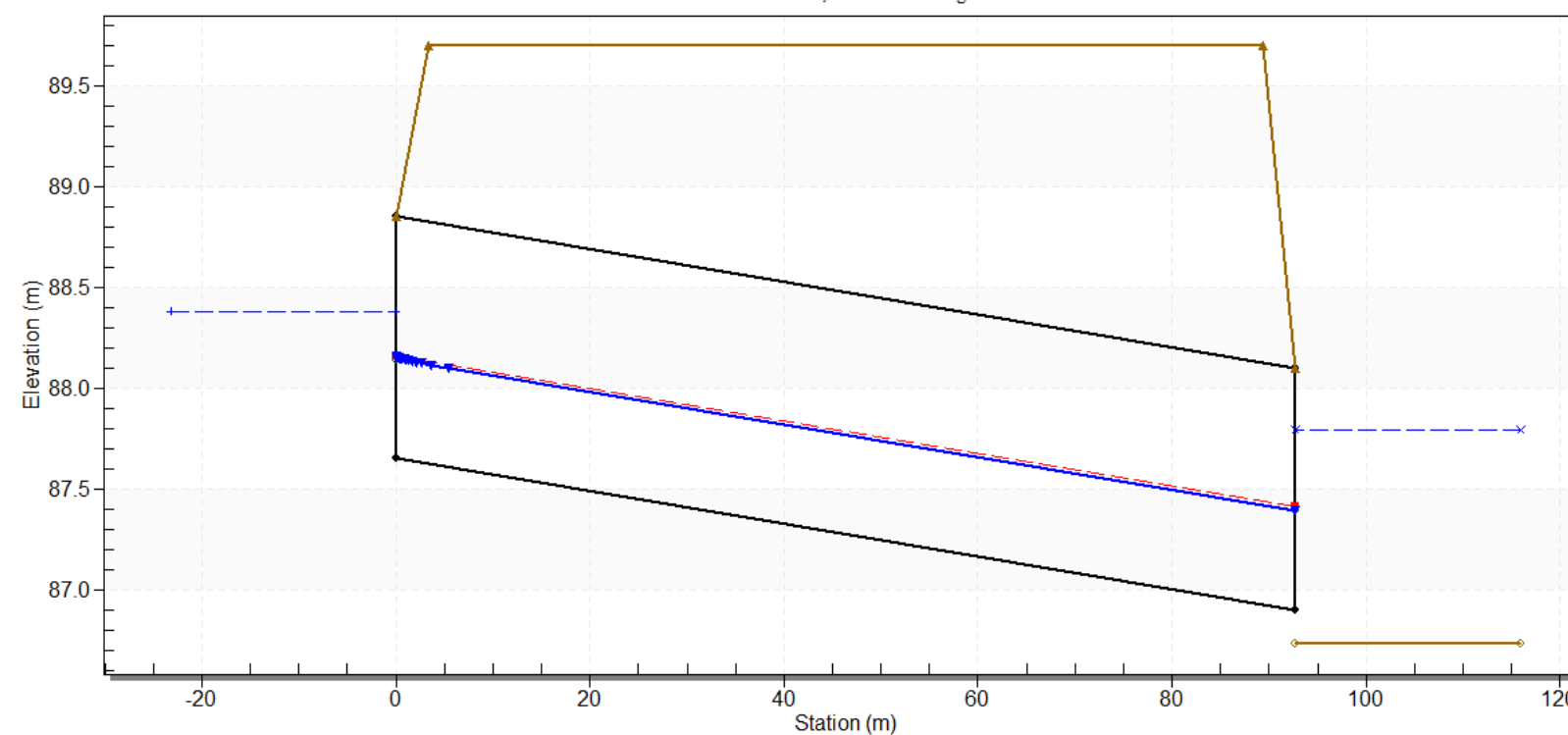


Ø1200 mm-aportaciones 10 años

Total Discharge (cms)	Culvert Discharge (cms)	Headwater Elevation (m)	Inlet Control Depth(m)	Outlet Control Depth(m)	Flow Type	Normal Depth (m)	Critical Depth (m)	Outlet Depth (m)	Tailwater Depth (m)	Outlet Velocity (m/s)	Tailwater Velocity (m/s)
0.65	0.65	88.25	0.60	0.21	1-S2n	0.41	0.43	0.41	1.06	1.88	0.00
0.71	0.71	88.28	0.63	0.23	1-S2n	0.43	0.45	0.43	1.06	1.92	0.00
0.76	0.76	88.31	0.66	0.24	1-S2n	0.45	0.47	0.45	1.06	1.96	0.00
0.82	0.82	88.34	0.69	0.26	1-S2n	0.47	0.49	0.47	1.06	2.00	0.00
0.89	0.89	88.38	0.73	0.28	1-S2n	0.49	0.51	0.49	1.06	2.05	0.00
0.93	0.93	88.40	0.75	0.29	1-JS1t	0.50	0.52	0.89	1.06	1.03	0.00
0.99	0.99	88.42	0.77	0.31	1-JS1t	0.52	0.54	0.89	1.06	1.10	0.00
1.04	1.04	88.45	0.80	0.33	1-JS1t	0.54	0.55	0.89	1.06	1.16	0.00
1.10	1.10	88.48	0.83	0.35	1-JS1t	0.55	0.57	0.89	1.06	1.22	0.00
1.15	1.15	88.50	0.85	0.37	1-S2n	0.57	0.58	0.57	1.06	2.19	0.00
1.21	1.21	88.53	0.88	0.40	1-S2n	0.58	0.60	0.58	1.06	2.22	0.00

Crossing - C-1 tramo nuevo, Design Discharge - 0.89 cms

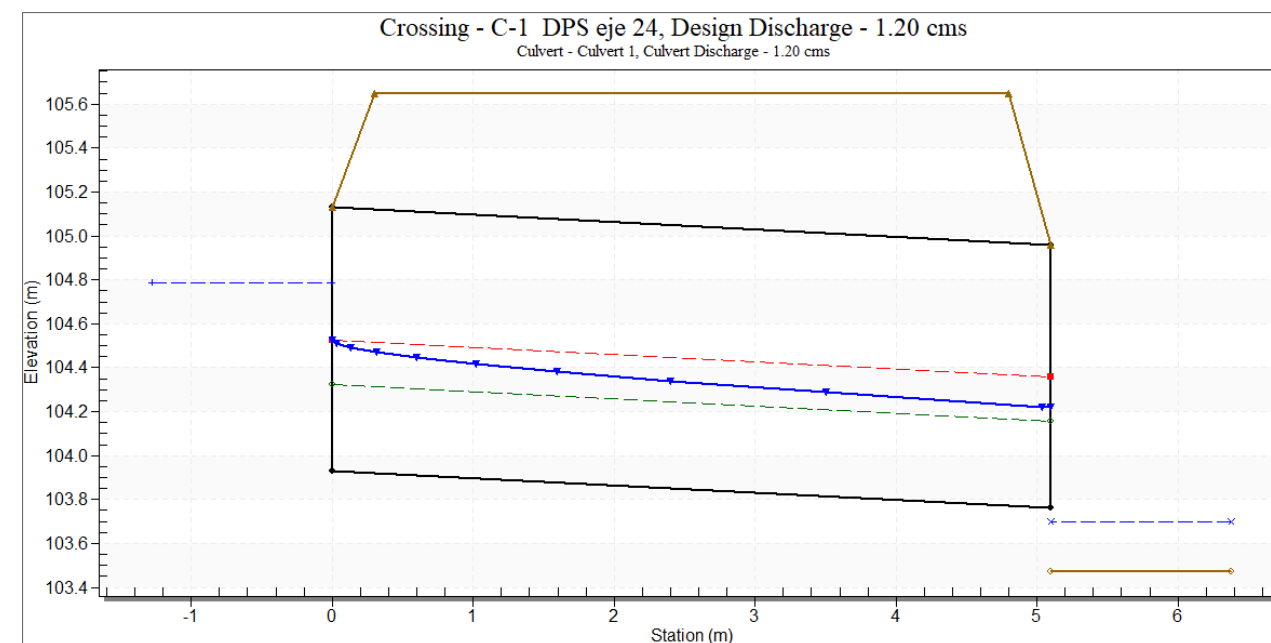
Culvert - Culvert 1200 nueva, Culvert Discharge - 0.89 cms



ODT C1 DPS – PK 0+266 eje 24

Ø1200 aportaciones 500 años

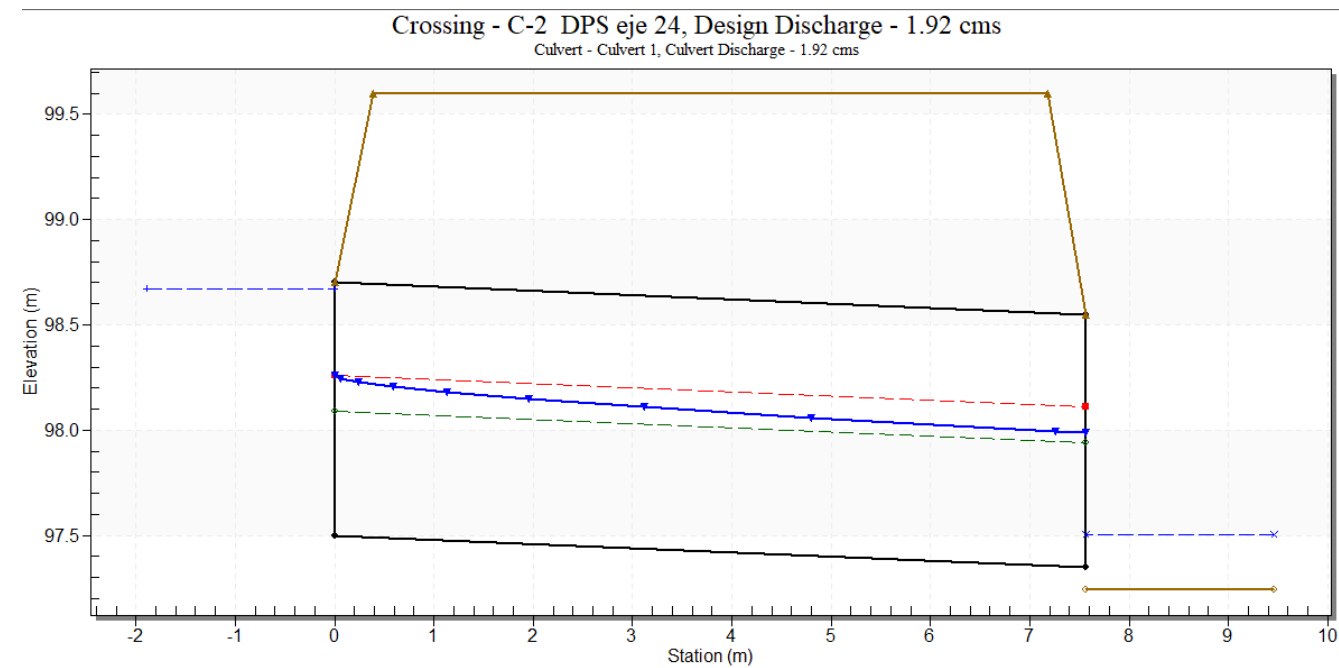
Total Discharge (cms)	Culvert Discharge (cms)	Headwater Elevation (m)	Inlet Control Depth(m)	Outlet Control Depth(m)	Flow Type	Normal Depth (m)	Critical Depth (m)	Outlet Depth (m)	Tailwater Depth (m)	Outlet Velocity (m/s)	Tailwater Velocity (m/s)
0.80	0.80	104.59	0.66	0.35	1-S2n	0.32	0.48	0.36	0.18	2.77	3.76
0.88	0.88	104.64	0.71	0.39	1-S2n	0.34	0.51	0.38	0.19	2.82	3.88
0.96	0.96	104.68	0.75	0.42	1-S2n	0.35	0.53	0.40	0.20	2.87	3.99
1.04	1.04	104.71	0.78	0.45	1-S2n	0.37	0.55	0.42	0.21	2.92	4.09
1.12	1.12	104.75	0.82	0.49	1-S2n	0.38	0.57	0.44	0.22	2.97	4.18
1.20	1.20	104.79	0.86	0.52	1-S2n	0.39	0.60	0.46	0.23	3.02	4.27
1.28	1.28	104.82	0.89	0.55	1-S2n	0.41	0.62	0.48	0.24	3.06	4.36
1.36	1.36	104.86	0.93	0.59	1-S2n	0.42	0.64	0.49	0.25	3.11	4.44
1.44	1.44	104.89	0.96	0.62	1-S2n	0.43	0.66	0.51	0.25	3.15	4.52
1.52	1.52	104.93	1.00	0.66	1-S2n	0.45	0.67	0.53	0.26	3.19	4.59
1.60	1.60	104.96	1.03	0.69	1-S2n	0.46	0.69	0.54	0.27	3.23	4.67



ODT C2 DPS – PK 0+400 eje 24

Ø1200 aportaciones 500 años

Total Discharge (cms)	Culvert Discharge (cms)	Headwater Elevation (m)	Inlet Control Depth(m)	Outlet Control Depth(m)	Flow Type	Normal Depth (m)	Critical Depth (m)	Outlet Depth (m)	Tailwater Depth (m)	Outlet Velocity (m/s)	Tailwater Velocity (m/s)
1.50	1.50	98.50	1.00	0.68	1-S2n	0.51	0.67	0.55	0.23	2.95	5.37
1.58	1.58	98.53	1.03	0.71	1-S2n	0.53	0.69	0.57	0.23	2.99	5.46
1.66	1.66	98.56	1.06	0.75	1-S2n	0.54	0.71	0.59	0.24	3.02	5.55
1.74	1.74	98.60	1.10	0.78	1-S2n	0.56	0.72	0.60	0.25	3.06	5.63
1.82	1.82	98.63	1.13	0.82	1-S2n	0.57	0.74	0.62	0.25	3.10	5.71
1.92	1.92	98.67	1.17	0.87	1-S2n	0.59	0.76	0.64	0.26	3.14	5.81
1.98	1.98	98.70	1.20	0.90	1-S2n	0.60	0.77	0.65	0.27	3.16	5.86
2.06	2.06	98.73	1.23	0.93	5-S2n	0.61	0.79	0.67	0.27	3.20	5.93
2.14	2.14	98.77	1.27	0.97	5-S2n	0.63	0.81	0.68	0.28	3.23	6.00
2.22	2.22	98.80	1.30	1.01	5-S2n	0.64	0.82	0.70	0.28	3.26	6.07
2.30	2.30	98.84	1.34	1.05	5-S2n	0.66	0.84	0.71	0.29	3.29	6.14



APÉNDICE Nº 5: DIMENSIONAMIENTO HIDRÁULICO DE BAJANTES ESCALONADAS

PK 0+033 EJE 4 – CUENCA C1

DATOS		
Q diseño=	0,89	m ³ /s
Talud T =	1,60	
Ancho bajante=	1,20	m
h =	1,15	m
Espesor pared =	0,80	m

DATOS		
Q comprobación=	1,21	m ³ /s
Talud T =	1,60	
Ancho bajante=	1,20	m
h =	1,15	m
Espesor pared =	0,80	m

CÁLCULO DE LA LONGITUD MÍNIMA DEL ESCALÓN		
Calado crítico bajante h_c =	0,38	m
Altura del muro frontal h' =	0,19	m
Velocidad crítica V_c =	1,94	m/s
L mín =	1,63	m
L proyectada =	1,88	m

CÁLCULO DE LA LONGITUD MÍNIMA DEL ESCALÓN		
Calado crítico bajante h_c =	0,47	m
Altura del muro frontal h' =	0,23	m
Velocidad crítica V_c =	2,15	m/s
L mín =	1,87	m
L proyectada =	1,88	m

ALTURA MÍNIMA DEL MURO LATERAL DE LA BAJANTE		
resguardo mín=	0,30	m
h_c =	0,38	m
h' =	0,19	m
$h_{\min}$ muro =	0,88	m
$h_{\min}$ proyectada =	1,25	m

ALTURA MÍNIMA DEL MURO LATERAL DE LA BAJANTE		
resguardo mín=	0,30	m
h_c =	0,47	m
h' =	0,23	m
$h_{\min}$ muro =	1,00	m
$h_{\min}$ proyectada =	1,25	m

PK 0+060 EJE 21 – CUENCA C2

DATOS		
Q diseño=	1,41	m ³ /s
Talud T =	0,80	
Ancho bajante=	1,80	m
h =	1,60	m
Espesor pared =	0,80	m

DATOS		
Q comprobación=	1,91	m ³ /s
Talud T =	0,80	
Ancho bajante=	1,80	m
h =	1,60	m
Espesor pared =	0,80	m

CÁLCULO DE LA LONGITUD MÍNIMA DEL ESCALÓN		
Calado crítico bajante h_c =	0,40	m
Altura del muro frontal h' =	0,20	m
Velocidad crítica V_c =	1,97	m/s
L mín =	1,88	m
L proyectada =	2,15	m

CÁLCULO DE LA LONGITUD MÍNIMA DEL ESCALÓN		
Calado crítico bajante h_c =	0,49	m
Altura del muro frontal h' =	0,24	m
Velocidad crítica V_c =	2,18	m/s
L mín =	2,14	m
L proyectada =	2,15	m

ALTURA MÍNIMA DEL MURO LATERAL DE LA BAJANTE		
resguardo mín=	0,30	m
h_c =	0,40	m
h' =	0,20	m
$h_{\min}$ muro =	0,89	m
$h_{\min}$ proyectada =	1,50	m

ALTURA MÍNIMA DEL MURO LATERAL DE LA BAJANTE		
resguardo mín=	0,30	m
h_c =	0,49	m
h' =	0,24	m
$h_{\min}$ muro =	1,03	m
$h_{\min}$ proyectada =	1,50	m

PK 0+280 EJE 21 – CUENCA C4

DATOS		
Q diseño=	1,18	m ³ /s
Talud T =	0,80	
Ancho bajante=	1,80	m
h =	1,42	m
Espesor pared =	0,80	m

DATOS		
Q comprobación=	1,61	m ³ /s
Talud T =	0,80	
Ancho bajante=	1,80	m
h =	1,42	m
Espesor pared =	0,80	m

CÁLCULO DE LA LONGITUD MÍNIMA DEL ESCALÓN		
Calado crítico bajante h_c =	0,35	m
Altura del muro frontal h' =	0,18	m
Velocidad crítica V_c =	1,86	m/s
L mín =	1,68	m
L proyectada =	2,00	m

CÁLCULO DE LA LONGITUD MÍNIMA DEL ESCALÓN		
Calado crítico bajante h_c =	0,43	m
Altura del muro frontal h' =	0,22	m
Velocidad crítica V_c =	2,06	m/s
L mín =	1,90	m
L proyectada =	2,00	m

ALTURA MÍNIMA DEL MURO LATERAL DE LA BAJANTE		
resguardo mín=	0,30	m
h_c =	0,35	m
h' =	0,18	m
$h_{\min}$ muro =	0,83	m
$h_{\min}$ proyectada =	1,50	m

ALTURA MÍNIMA DEL MURO LATERAL DE LA BAJANTE		
resguardo mín=	0,30	m
h_c =	0,43	m
h' =	0,22	m
$h_{\min}$ muro =	0,95	m
$h_{\min}$ proyectada =	1,50	m

APÉNDICE Nº 6: ESTUDIO HIDRÁULICO ESTRUCTURA REGATA MUNIBERREKA

APÉNDICE Nº 6.

ESTUDIO HIDRÁULICO DEL ARROYO MUNIBERREKA

ÍNDICE

1	INTRODUCCIÓN Y OBJETO	1
2	HERRAMIENTAS INFORMÁTICAS	1
3	REFERENCIAS NORMATIVAS	2
4	DOCUMENTACIÓN ESPECÍFICA DE PARTIDA	2
5	DESCRIPCIÓN DEL CAUCE	3
5.1	CARACTERÍSTICAS DE LA CUENCA.....	3
5.2	CARACTERÍSTICAS DEL CAUCE.....	3
6	MODELIZACIÓN GEOMÉTRICA	3
6.1	TOPOGRAFÍA.....	3
6.2	MODELADO DEL CAUCE	3
6.3	SECCIONES TRANSVERSALES CONSIDERADAS.....	3
6.4	ELEMENTOS SINGULARES.....	4
6.5	OBSTRUCCIONES AL FLUJO	4
6.6	ÁREAS INEFECTIVAS DE FLUJO	4
6.7	COEFICIENTE DE RUGOSIDAD DE MANNING	4
7	HIPÓTESIS HIDROLÓGICAS	5
7.1	CAUDALES DE CÁLCULO	5
7.2	RÉGIMEN DE FLUJO	5
7.3	CONDICIONES DE CONTORNO.....	5
8	ESTUDIO HIDRÁULICO EN SITUACIÓN FUTURA	6
8.1	TABLA RESUMEN DE RESULTADOS	7
8.2	TABLA DE MODELIZACIÓN DE LAS ESTRUCTURAS	8
9	CONCLUSIONES.....	10
10	PLANOS.....	10

1 INTRODUCCIÓN Y OBJETO

El presente documento se redacta dentro de los trabajos correspondientes al *Proyecto del vial de conexión de la carretera BI-633 con la BI-2636 de Markina a Etxebarria* y tiene por objeto analizar las posibles afecciones que la ejecución de las obras previstas pudiera ocasionar al Dominio Público Hidráulico.

Para la realización de este estudio se ha procedido al modelado del arroyo Muniberreka en una longitud aproximada de 300 m, aquella que se ve afectada por las obras, con la intención de estimar las áreas de inundación para los caudales asociados a las avenidas con periodos de retorno 500, 100 y 10 años, en situación futura (una vez ejecutadas las obras).

2 HERRAMIENTAS INFORMÁTICAS

La herramienta informática utilizada para la modelización hidráulica ha sido el programa HEC-RAS River Analysis System 6.0.0, versión de mayo de 2021, desarrollado por el Hydrologic Engineering Center for the U.S. Army Corps of Engineers.

3 REFERENCIAS NORMATIVAS

Las referencias normativas utilizadas para la realización del presente estudio han sido:

- Real Decreto Legislativo 1/2001, de 20 de julio, por el que se aprueba el texto refundido de la Ley de Aguas.
- Criterios técnicos para el diseño de los estudios hidráulicos (Agencia Vasca del Agua – URA).
- Criterios de uso del suelo en función de su grado de inundabilidad (Agencia Vasca del Agua - URA).
- Criterios de la Agencia Vasca del agua en relación con la protección del sistema hidrológico y de la calidad de las aguas en proyectos de infraestructuras (Agencia Vasca del Agua – URA).
- Plan Territorial Sectorial de Ordenación de Márgenes de los Ríos y Arroyos de la Comunidad Autónoma del País Vasco. Vertiente Cantábrica.

4 DOCUMENTACIÓN ESPECÍFICA DE PARTIDA

Además del propio proyecto constructivo del que forma parte este estudio, la documentación de partida se ha completado con el Modelo hidráulico Markina-Etxebarria (2013) facilitado por la Agencia Vasca del Agua – URA.

5 DESCRIPCIÓN DEL CAUCE

5.1 CARACTERÍSTICAS DE LA CUENCA

El arroyo Muniberreka es un afluente del río Urko que en su tramo final discurre por las afueras del casco urbano de Markina-Xemein. En este tramo, antes de confluir con el río principal por su margen izquierda, el arroyo cruza bajo las carreteras BI-2636 y BI-4404 (a aproximadamente 60 m y 220 m de la desembocadura respectivamente). En total, según datos de la Agencia Vasca del Agua tiene una longitud de 2.342 m y en el tramo estudiado presenta un trazado curvado, sentido Norte, con giros muy cerrados y cambios bruscos de alineación.

5.2 CARACTERÍSTICAS DEL CAUCE

En el tramo de estudio (entre los perfiles 193.7518 y 418.1951 del estudio hidráulico facilitado por URA) el arroyo presenta una sección transversal antropizada y discurre sensiblemente paralelo a la carretera BI-4404 (entre los perfiles 418.1951 y 232.5223), que cruza posteriormente justo antes de la intersección de ésta con la BI-2636, mediante un cajón abovedado de hormigón.

6 MODELIZACIÓN GEOMÉTRICA

6.1 TOPOGRAFÍA

Dada su mayor precisión respecto a la utilizada en el estudio hidráulico de base, la base topográfica utilizada en el presente estudio es el levantamiento taquimétrico del proyecto constructivo.

6.2 MODELADO DEL CAUCE

El trazado geométrico del eje del arroyo coincide con el utilizado en el Estudio hidráulico facilitado por URA, entre las secciones transversales arriba mencionadas (igual georreferencia).

6.3 SECCIONES TRANSVERSALES CONSIDERADAS

En términos generales, para el trazado de las secciones transversales analizadas se ha procedido a mantener la georreferencia que tienen en el estudio hidráulico de base, pero éstas han sido trazadas con el MDT del proyecto constructivo. Los cambios realizados en las secciones transversales, respecto a sus homólogas del estudio hidráulico de base, son los que se relacionan seguidamente:

- **Sección 418.1951**
 - Igual georreferenciación que la del estudio hidráulico de base, pero extraída del MDT del proyecto constructivo.
- **Sección 374.7154**
 - Igual georreferenciación que la del estudio hidráulico de base, pero extraída del MDT del proyecto constructivo.
- **Sección 326.5555**
 - Igual georreferenciación que la del estudio hidráulico de base, pero extraída del MDT del proyecto constructivo.
 - Se incorpora el efecto de la Estructura 1 como una obstrucción al flujo (pila central).
- **Sección 300.55**
 - Sección nueva necesaria para modelar la Estructura 2 (sección de aguas arriba de la estructura).

- Nueva georreferenciación y extraída del MDT del proyecto constructivo.
- **Sección 274.55**
 - Sección eliminada por incompatibilidad con el modelo futuro.
- **Sección 253.54**
 - Sección nueva necesaria para modelar la Estructura 2 (sección de aguas abajo de la estructura).
 - Nueva georreferenciación y extraída del MDT del proyecto constructivo.
- **Sección 232.5223**
 - Sección nueva necesaria para modelar la Estructura 3 (sección de aguas arriba de la estructura).
 - Nueva georreferenciación y extraída del MDT del proyecto constructivo.
 - Esta sección sustituye a la del estudio hidráulico de base (ambas coinciden numéricamente porque cortan al eje del cauce aproximadamente en el mismo punto).
- **Sección 220.7689**
 - Sección nueva necesaria para modelar la Estructura 3 (sección de aguas abajo de la estructura).
 - Nueva georreferenciación y extraída del MDT del proyecto constructivo.
 - Esta sección sustituye a la del estudio hidráulico de base (ambas coinciden numéricamente porque cortan al eje del cauce aproximadamente en el mismo punto).
- **Sección 193.7518**
 - El primer tramo de esta sección presenta igual georreferenciación que la del estudio hidráulico de base, pero extraída del MDT del proyecto constructivo.
 - El segundo tramo se ha girado ligeramente hacia el norte para evitar su cruce con las secciones 220.7659 y 232.5223 (este tramo está fuera de las láminas de inundación estimadas).

- **Sección 121.2408**

- Igual georreferenciación que la del estudio hidráulico de base, pero extraída del MDT del proyecto constructivo.

6.4 ELEMENTOS SINGULARES

En la situación futura, el tramo de arroyo en estudio presentará tres nuevas estructuras (ver planos adjuntos), de las cuales la Estructura 1, por su disposición en planta respecto al arroyo, ha sido considerado como una obstrucción al flujo en la sección 326.5555 (pila central) y la Estructura 3 sustituye a una existente en la actualidad (puente 225.9718 del estudio hidráulico de base). Finalmente, la Estructura 2 es de nueva construcción.

6.5 OBSTRUCCIONES AL FLUJO

Las obstrucciones al flujo consideradas son las siguientes:

- Como se ha mencionado en el epígrafe anterior, una de las estructuras (Estructura 1) se ha modelado como una obstrucción al flujo (pila en sección 326.5555).
- Se ha suprimido una obstrucción al flujo en la sección 193.7518 (edificación afectada por las obras).
- Las obstrucciones al flujo de la sección 121.2408 se han mantenido como en el estudio hidráulico de base (edificaciones no afectadas por las obras).

6.6 ÁREAS INEFECTIVAS DE FLUJO

Se ha considerado como inefectiva el flujo la obstrucción considerada en la sección 326.5555 (pila de Estructura 1). Para el resto de estructuras, dada su tipología, no ha sido necesario modelar áreas inefectivas de flujo.

6.7 COEFICIENTE DE RUGOSIDAD DE MANNING

Los coeficientes de rugosidad de Manning se han definido siguiendo las siguientes pautas:

- Se mantiene el coeficiente de rugosidad estimado en el estudio hidráulico de base para el cauce (0,036).
- Se mantiene el coeficiente de rugosidad estimado en el estudio hidráulico de base para las zonas naturales/naturalizadas no afectadas por las obras (0,040).

- Se considera un coeficiente de rugosidad de 0,055 para aquellas zonas afectadas por las obras. Su diferencia respecto al anterior se justifica en que tras las obras estas superficies presentan una superficie sub-horizontal que será poblada por una vegetación más espesa que la existente en superficies más inclinadas.
- Se considera un coeficiente de rugosidad de 0,027 para las superficies de hormigón (muros y estribos).

7 HIPÓTESIS HIDROLÓGICAS

7.1 CAUDALES DE CÁLCULO

Los caudales de cálculo utilizados en el estudio son los correspondientes al estudio hidráulico de base que se recogen en la siguiente tabla:

T (años)	Caudal (m³/s)
500	30.00
100	21.00
10	11.00

7.2 RÉGIMEN DE FLUJO

Siguiendo los criterios de la Agencia Vasca del Agua – URA, el arroyo se ha simulado en régimen lento.

7.3 CONDICIONES DE CONTORNO

Para realizar la simulación hidráulica en régimen lento, se ha impuesto como condición de contorno el calado en la sección más aguas abajo del tramo de estudio obtenido en el estudio hidráulico de base.

Sección 121.2408	
T (años)	Calado (m)
500	83,51
100	81,72
10	80,60

Esta sección se encuentra a más de 70 m hacia aguas abajo de la sección 193.7518.

8 ESTUDIO HIDRÁULICO EN SITUACIÓN FUTURA

En las páginas siguientes se presentan los siguientes resultados de la modelización hidráulica en situación actual:

- Tabla de resultados del tramo estudiado.
- Tablas de modelización de las cubriciones

Las láminas de inundación (planta y perfiles transversales) se presentan en el apéndice de planos.

8.1 TABLA RESUMEN DE RESULTADOS

River Sta	Profile	Q Total (m³/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m²)	Top Width (m)	Froude # Chl
418.1951	Q10	11.00	83.67	84.61	84.61	84.71	0.004306	1.73	11.97	53.11	0.57
	Q100	21.00	83.67	84.72	84.72	84.86	0.006001	2.21	17.99	54.58	0.69
	Q500	30.00	83.67	84.79	84.79	84.96	0.007287	2.54	21.89	55.51	0.77
374.7154	Q10	11.00	82.72	83.82	83.77	84.17	0.008939	2.78	4.47	5.67	0.85
	Q100	21.00	82.72	84.26	84.26	84.39	0.003437	2.16	20.88	62.94	0.56
	Q500	30.00	82.72	84.33	84.33	84.49	0.004409	2.52	25.40	63.54	0.64
326.5555	Q10	11.00	81.81	83.19	83.07	83.67	0.011250	3.39	4.52	6.77	0.97
	Q100	21.00	81.81	83.92	83.92	84.12	0.003780	2.67	18.68	46.28	0.61
	Q500	30.00	81.81	84.21	84.06	84.31	0.002115	2.19	34.82	62.60	0.46
300.5500	Q10	11.00	81.64	82.99	82.85	83.27	0.006345	2.69	6.32	9.11	0.74
	Q100	21.00	81.64	83.66	83.31	83.90	0.003711	2.70	15.00	17.68	0.61
	Q500	30.00	81.64	83.86	83.67	84.17	0.004575	3.19	18.78	20.07	0.68
260.0000	Bridge										
253.5400	Q10	11.00	81.23	82.33	82.33	82.76	0.011763	3.19	4.59	5.79	0.98
	Q100	21.00	81.23	82.86	82.86	83.44	0.009750	3.80	8.31	8.68	0.95
	Q500	30.00	81.23	83.40	83.35	83.83	0.005810	3.54	15.22	15.52	0.77
232.5223	Q10	11.00	80.61	82.14	81.53	82.25	0.001929	1.60	9.13	8.37	0.42
	Q100	21.00	80.61	82.45	81.96	82.70	0.003448	2.43	11.93	9.31	0.58
	Q500	30.00	80.61	83.48	82.28	83.61	0.001161	1.90	28.02	21.31	0.36
225.0000	Bridge										
220.7659	Q10	11.00	80.59	82.12		82.21	0.001586	1.40	9.87	9.07	0.37
	Q100	21.00	80.59	82.43		82.63	0.002815	2.12	12.83	9.99	0.52
	Q500	30.00	80.59	83.49		83.58	0.000829	1.58	34.48	36.86	0.30
193.7518	Q10	11.00	80.30	81.48	81.48	81.99	0.011580	3.32	3.73	3.89	0.98
	Q100	21.00	80.30	82.20	82.20	82.50	0.004638	2.90	12.58	21.81	0.67
	Q500	30.00	80.30	83.51		83.53	0.000240	0.94	59.02	45.73	0.17
121.2408	Q10	11.00	79.14	80.60	80.27	80.80	0.005642	1.97	5.77	5.82	0.59
	Q100	21.00	79.14	81.72	80.72	81.81	0.001263	1.47	19.90	21.40	0.31
	Q500	30.00	79.14	83.51	81.14	83.52	0.000081	0.55	84.49	52.50	0.09

8.2 TABLA DE MODELIZACIÓN DE LAS ESTRUCTURAS

8.2.1 ESTRUCTURA 2

Plan: Fut_URA	MUNIBERREKA	MUNIBERREKA-1	RS: 260	Profile: Q10
E.G. US. (m)	83.27	Element	Inside BR US	Inside BR DS
W.S. US. (m)	82.99	E.G. Elev (m)	83.25	82.78
Q Total (m3/s)	11	W.S. Elev (m)	82.85	82.46
Q Bridge (m3/s)	11	Crit W.S. (m)	82.85	82.33
Q Weir (m3/s)		Max Chl Dpth (m)	1.21	1.23
Weir Sta Lft (m)		Vel Total (m/s)	2.12	2.04
Weir Sta Rgt (m)		Flow Area (m2)	5.19	5.4
Weir Submerg		Froude # Chl	0.91	0.8
Weir Max Depth (m)		Specif Force (m3)	5.54	5.55
Min El Weir Flow (m)	86	Hydr Depth (m)	0.66	0.89
Min El Prs (m)	85.1	W.P. Total (m)	8.49	6.87
Delta EG (m)	0.52	Conv. Total (m3/s)	111.2	126.1
Delta WS (m)	0.66	Top Width (m)	7.81	6.09
BR Open Area (m2)	40.19	Frctn Loss (m)	0.12	0.01
BR Open Vel (m/s)	2.12	C & E Loss (m)	0.02	0.01
BR Sluice Coef		Shear Total (N/m2)	58.63	58.59
BR Sel Method	Energy only	Power Total (N/m s)	124.27	119.45

Plan: Fut_URA	MUNIBERREKA	MUNIBERREKA-1	RS: 260	Profile: Q100
E.G. US. (m)	83.9	Element	Inside BR US	Inside BR DS
W.S. US. (m)	83.66	E.G. Elev (m)	83.89	83.51
Q Total (m3/s)	21	W.S. Elev (m)	83.66	83.09
Q Bridge (m3/s)	21	Crit W.S. (m)	83.34	83.09
Q Weir (m3/s)		Max Chl Dpth (m)	2.01	1.86
Weir Sta Lft (m)		Vel Total (m/s)	1.41	1.95
Weir Sta Rgt (m)		Flow Area (m2)	14.87	10.76
Weir Submerg		Froude # Chl	0.61	0.77
Weir Max Depth (m)		Specif Force (m3)	14.27	13.45
Min El Weir Flow (m)	86	Hydr Depth (m)	0.85	0.79
Min El Prs (m)	85.1	W.P. Total (m)	18.46	14.77
Delta EG (m)	0.46	Conv. Total (m3/s)	341.6	267.4
Delta WS (m)	0.8	Top Width (m)	17.56	13.69
BR Open Area (m2)	40.19	Frctn Loss (m)		
BR Open Vel (m/s)	1.95	C & E Loss (m)		
BR Sluice Coef		Shear Total (N/m2)	29.85	44.08
BR Sel Method	Momentum	Power Total (N/m s)	42.16	86.03

Plan: Fut_URA	MUNIBERREKA	MUNIBERREKA-1	RS: 260	Profile: Q500
E.G. US. (m)	84.17	Element	Inside BR US	Inside BR DS
W.S. US. (m)	83.86	E.G. Elev (m)	84.14	83.84
Q Total (m3/s)	30	W.S. Elev (m)	83.68	83.47
Q Bridge (m3/s)	30	Crit W.S. (m)	83.68	83.36
Q Weir (m3/s)		Max Chl Dpth (m)	2.03	2.24
Weir Sta Lft (m)		Vel Total (m/s)	1.96	1.84
Weir Sta Rgt (m)		Flow Area (m2)	15.27	16.34
Weir Submerg		Froude # Chl	0.85	0.71
Weir Max Depth (m)		Specif Force (m3)	18.75	20.39
Min El Weir Flow (m)	86	Hydr Depth (m)	0.85	1.02
Min El Prs (m)	85.1	W.P. Total (m)	18.82	17.43
Delta EG (m)	0.33	Conv. Total (m3/s)	351.3	427.8
Delta WS (m)	0.46	Top Width (m)	17.92	15.95
BR Open Area (m2)	40.19	Frctn Loss (m)	0.08	0.01
BR Open Vel (m/s)	1.96	C & E Loss (m)	0.03	0.01
BR Sluice Coef		Shear Total (N/m2)	58.01	45.23
BR Sel Method	Energy only	Power Total (N/m s)	113.95	83.03

8.2.2 ESTRUCTURA 3

Plan: Fut_URA	MUNIBERREKA	MUNIBERREKA-1 RS: 225	Profile: Q10	
E.G. US. (m)	82.25	Element	Inside BR US	Inside BR DS
W.S. US. (m)	82.14	E.G. Elev (m)	82.24	82.21
Q Total (m3/s)	11	W.S. Elev (m)	82.14	82.13
Q Bridge (m3/s)	11	Crit W.S. (m)	81.53	81.48
Q Weir (m3/s)		Max Chl Dpth (m)	1.52	1.53
Weir Sta Lft (m)		Vel Total (m/s)	1.21	1.11
Weir Sta Rgt (m)		Flow Area (m2)	9.12	9.88
Weir Submerg		Froude # Chl	0.42	0.37
Weir Max Depth (m)		Specif Force (m3)	7.55	7.73
Min El Weir Flow (m)	85.45	Hydr Depth (m)	1.09	1.09
Min El Prs (m)	84.29	W.P. Total (m)	9.26	9.93
Delta EG (m)	0.04	Conv. Total (m3/s)	250	276.7
Delta WS (m)	0.01	Top Width (m)	8.37	9.07
BR Open Area (m2)	45.3	Frctn Loss (m)	0.02	0
BR Open Vel (m/s)	1.21	C & E Loss (m)	0.01	0
BR Sluice Coef		Shear Total (N/m2)	18.7	15.43
BR Sel Method	Energy only	Power Total (N/m s)	22.55	17.17

Plan: Fut_URA	MUNIBERREKA	MUNIBERREKA-1 RS: 225	Profile: Q100	
E.G. US. (m)	82.7	Element	Inside BR US	Inside BR DS
W.S. US. (m)	82.45	E.G. Elev (m)	82.7	82.63
Q Total (m3/s)	21	W.S. Elev (m)	82.45	82.44
Q Bridge (m3/s)	21	Crit W.S. (m)	81.97	81.87
Q Weir (m3/s)		Max Chl Dpth (m)	1.84	1.84
Weir Sta Lft (m)		Vel Total (m/s)	1.76	1.63
Weir Sta Rgt (m)		Flow Area (m2)	11.9	12.85
Weir Submerg		Froude # Chl	0.58	0.51
Weir Max Depth (m)		Specif Force (m3)	13.76	13.88
Min El Weir Flow (m)	85.45	Hydr Depth (m)	1.28	1.29
Min El Prs (m)	84.29	W.P. Total (m)	10.39	11.04
Delta EG (m)	0.07	Conv. Total (m3/s)	356.5	396.9
Delta WS (m)	0.02	Top Width (m)	9.3	10
BR Open Area (m2)	45.3	Frctn Loss (m)	0.04	0
BR Open Vel (m/s)	1.76	C & E Loss (m)	0.03	0
BR Sluice Coef		Shear Total (N/m2)	38.96	31.95
BR Sel Method	Energy only	Power Total (N/m s)	68.74	52.2

Plan: Fut_URA	MUNIBERREKA	MUNIBERREKA-1 RS: 225	Profile: Q500	
E.G. US. (m)	83.61	Element	Inside BR US	Inside BR DS
W.S. US. (m)	83.48	E.G. Elev (m)	83.61	83.58
Q Total (m3/s)	30	W.S. Elev (m)	83.48	83.49
Q Bridge (m3/s)	30	Crit W.S. (m)	82.28	82.16
Q Weir (m3/s)		Max Chl Dpth (m)	2.87	2.89
Weir Sta Lft (m)		Vel Total (m/s)	1.07	0.87
Weir Sta Rgt (m)		Flow Area (m2)	28	34.5
Weir Submerg		Froude # Chl	0.36	0.3
Weir Max Depth (m)		Specif Force (m3)	32.79	35.44
Min El Weir Flow (m)	85.45	Hydr Depth (m)	1.31	0.94
Min El Prs (m)	84.29	W.P. Total (m)	23.59	38.6
Delta EG (m)	0.03	Conv. Total (m3/s)	879.7	1042.8
Delta WS (m)	-0.01	Top Width (m)	21.31	36.88
BR Open Area (m2)	45.3	Frctn Loss (m)	0.01	0
BR Open Vel (m/s)	1.07	C & E Loss (m)	0.02	0
BR Sluice Coef		Shear Total (N/m2)	13.53	7.25
BR Sel Method	Energy only	Power Total (N/m s)	14.5	6.31

9 CONCLUSIONES

Como puede observarse en la colección de planos que se presenta en el siguiente epígrafe, en términos generales las láminas de inundación generadas por las obras presentan pocas diferencias respecto a las estimadas en el modelo hidráulico de base.

En lo que se refiere a la afección generada por las estructuras se puede resumir como sigue:

Estructura 1

La pila de apoyo de esta estructura invade la lámina de inundación con periodo de retorno de 100 años. Se ha procedido en este caso a estimar la Zona de Flujo Preferente para evaluar la potencial afección a la misma y se ha observado que la pila queda fuera de dicha zona. Como puede observarse en la colección de planos siguiente, el resguardo de la cota inferior del tablero respecto a la cota de inundación con periodo de retorno 500 años es de 1,58 m.

Estructuras 2 y 3

En ambos casos la lámina de agua para el periodo de retorno de 500 años presenta resguardo suficiente respecto a la cota inferior del tablero (ver planos).

10 PLANOS

En las siguientes páginas se presenta una colección de planos con el siguiente índice:

- Planta de situación de secciones transversales.
- Planta de inundación.
- Secciones transversales.

Las secciones transversales del estudio se han completado con las secciones transversales de las tres estructuras y señalando en la correspondiente a la Estructura 1 la estimación de la zona de flujo preferente.

