

ANEJO N° 7

CLIMATOLOGÍA, HIDROLOGÍA Y DRENAJE



LKS INGENIERÍA, S.COOP.



Anejo 07. Climatología, Hidrología y Drenaje

Proyecto
**PROYECTO DE TRAZADO DEL ACCESO AL CAMPUS DEL PARQUE
TECNOLÓGICO DE EZKERRALDEA / MEATZALDEA.**

Promotor
Parque Tecnológico, S.A y Diputación Foral de Bizkaia

Fecha
Febrero 2018

Autor
Azucena Marquinez
Ingeniera de Caminos, Canales y Puertos



ÍNDICE

1.	INTRODUCCIÓN	4
2.	DATOS CLIMATOLÓGICOS GENERALES	4
2.1.	Valores climatológicos medios y extremos	4
2.2.	Precipitación	5
2.3.	Nieve, heladas y tormentas	5
2.4.	Niebla	6
2.5.	Temperatura	6
2.6.	Insolación y nubosidad	7
3.	CLASIFICACIÓN CLIMÁTICA	7
3.1.	Índices climáticos	7
3.2.	Clasificaciones climáticas	8
4.	DETERMINACIÓN DE DÍAS APROVECHABLES	11
4.1.	Restricciones a las unidades de obra	11
4.2.	Estimación de días hábiles por condiciones climatológicas	11
4.3.	Estimación de unidades de obra afectadas por condiciones climatológicas	12
5.	HIDROLOGÍA. CAUDALES DE DISEÑO	13
5.1.	Fórmula de cálculo	13
5.2.	Superficie de cuenca	13
5.3.	Tiempo de Concentración (t_c)	13
5.4.	Intensidad de precipitación (I_t)	14
5.4.1.	Estimación del Periodo de Retorno (T)	14
5.4.2.	Intensidad media diaria de precipitación corregida (I_d)	14
5.4.3.	Estimación de Intensidad de lluvia (I_d)	15
5.4.4.	Factor de intensidad (F_{int})	16
5.4.5.	Intensidad de precipitación Obtenida	17
5.5.	Coefficiente de escorrentía	17
5.5.1.	Valor del umbral de escorrentía (P_0)	17
5.5.2.	Estimación de Coeficiente de Escorrentía (C)	18
5.6.	Coefficiente de uniformidad de distribución temporal de la precipitación (K_t)	18
5.7.	Obtención de los caudales de diseño	18
6.	DRENAJE	19
7.	OBRAS DE DRENAJE LONGITUDINAL	19
7.1.	Diseño de la red de drenaje longitudinal	20
7.1.1.	Determinación del caudal de diseño de cada elemento	20
7.1.2.	Determinación de la pendiente	20
7.1.3.	Determinación de la velocidad y el calado	20
7.1.4.	Secciones utilizadas	21
7.1.5.	Caudales de diseño de cada elemento	21
7.2.	Criterios de dimensionamiento	24
8.	OBRAS DE DREANJE TRANSVERSAL	27
8.1.	Criterios de dimensionamiento	27

SECCIONES DE OBRAS DE DRENAJE TRANSVERSAL.	28
9. PLANO DE CUENCAS	29

1. INTRODUCCIÓN

En el presente Anejo se desarrolla el estudio climatológico e hidrológico de la zona en la que se proyectan los accesos al Parque Tecnológico de Ezkerraldea el municipio de Abanto en Bizkaia.

Los estudios que se desarrollan a continuación están destinados a proporcionar la información, convenientemente elaborada y procesada, que haga posible, en primer lugar, la definición de los parámetros básicos para el diseño del drenaje; es decir, se trata de actividades relacionadas con la caracterización hidrológica de las cuencas vertientes, así como de aquellas variables y fenómenos que intervienen -al menos conceptualmente-, en el desarrollo del proceso precipitación-escorrentía en situaciones de avenidas extremas.

Asimismo, el estudio climatológico analiza las principales variables climáticas de la zona de los Accesos en orden a definir los datos más significativos de su clima, con el fin de determinar los días aprovechables para la ejecución de la obra.

El estudio hidrológico tiene por objeto la definición del régimen de precipitaciones y del resto de características hidrológicas del ámbito geográfico que enmarca las cuencas que son afectadas por el nuevo tramo de carretera y su finalidad es la determinación de los caudales generados por dichas cuencas, que serán desaguados por las obras de drenaje.

Finalmente, en el estudio de drenaje, se ha estudiado la red del drenaje existente para analizar las especificidades hidráulicas que configuran las condiciones de contorno del drenaje y su adaptación al nuevo trazado.

2. DATOS CLIMATOLÓGICOS GENERALES

El estudio se realiza en base a los datos de la estación meteorológica más próxima situada en el aeropuerto de Sondika, tomados de la publicación existente de los mismos de la Agencia Estatal de Meteorología (AEMET).

Como primera parte del estudio se analizan los valores estadísticos de las principales variables climáticas. Posteriormente y en base a los datos anteriores, se realiza la clasificación climática, la determinación de los índices climáticos más significativos y el cálculo de los días aprovechables para la ejecución de las obras en función de la climatología.

2.1. Valores climatológicos medios y extremos

Se ha elegido para este estudio el periodo estándar comprendido entre 1981-2010. Los valores climatológicos denominados "normales estándar" correspondientes a este periodo, se han ordenado, en el cuadro que se incluye a continuación.

VALORES CLIMATOLÓGICOS MEDIOS Y EXTREMOS

ESTACIÓN: AEROPUERTO DE SONDIKA (BIZKAIA)

ALTITUD: 24 m LATITUD: 43 17 53 LONGITUD: 2 54 23

MES	PRECIPITACIÓN (mm)		NÚMERO MEDIO DE DÍAS DE						INSOLACIÓN
	Media mensual	Max. en un día	Lluvia	Nieve	Helada	Tormenta	Niebla	Despejados	Nº de horas de sol
Enero	120	82	13	1	4	1	1	3	85
Febrero	86	51	11	1	2	1	2	3	97
Marzo	90	84	11	0	2	1	2	3	132
Abril	107	92	13	0	0	3	2	2	138
Mayo	78	66	11	0	0	3	2	2	169
Junio	60	100	7	0	0	3	1	3	180
Julio	50	68	7	0	0	3	1	4	186
Agosto	76	253	8	0	0	3	2	3	179
Septiembre	73	64	8	0	0	2	3	4	160
Octubre	111	85	11	0	0	1	3	3	126
Noviembre	147	62	13	0	1	2	2	3	88
Diciembre	122	66	12	0	3	1	2	3	78
AÑO	1.134	253	124	2	11	24	23	36	1.610

MES	Temperatura del aire en grados Celsius						Humedad relativa media (%)
	MEDIA		Media mensual	Extremas absolu		Oscilac. extrema med	
	Máxima	Mínima		Máxima	Mínima		
Enero	13,4	5,1	9,3	23,4	-7,6	31,0	72
Febrero	14,3	5,1	9,7	26,8	-8,6	35,4	69
Marzo	16,5	6,4	11,5	29,8	-5,0	34,8	68
Abril	17,6	7,6	12,6	33,1	-1,2	34,3	69
Mayo	20,8	10,6	15,7	36,0	0,4	35,6	69
Junio	23,4	13,4	18,4	41,2	3,6	37,6	70
Julio	25,4	15,4	20,4	42,0	6,6	35,4	71
Agosto	26,0	15,7	20,9	41,9	6,8	35,1	72
Septiembre	24,6	13,8	19,2	41,7	3,8	37,9	71
Octubre	21,4	11,4	16,4	33,4	0,6	32,8	71
Noviembre	16,6	8,1	12,4	27,7	-6,2	33,9	73
Diciembre	13,9	5,9	9,9	24,6	-7,4	32,0	73
AÑO	19,5	9,9	14,7	42,0	-8,6	33,4	70

2.2. Precipitación

La precipitación comprende toda el agua procedente de las nubes, cualquiera que sea la forma de meteoro (lluvia, nieve, granizo, etc.). Es una de las variables más importantes en cuanto a la caracterización climática y la estimación del número de días aprovechables para la ejecución de las obras.

Los datos medios de precipitación de la estación estudiada son:

MESES	ESTACIÓN: AEROPUERTO DE SONDECA			
	Precipitación media (mm)	Precipitación mensual resp a la normal (%)	nº días lluvia	Precipitación Max. En un día (mm)
Enero	120	10,58	13	56
Febrero	86	7,58	11	51
Marzo	90	7,94	11	84
Abril	107	9,44	13	92
Mayo	78	6,88	11	66
Junio	60	5,29	7	100
Julio	50	4,4	7	68
Agosto	76	6,70	8	253

Septiembre	73	6,44	8	64
Octubre	111	9,79	11	85
Noviembre	147	12,96	13	62
Diciembre	122	10,76	12	66
AÑO	1.134	100,0	124	253

En la tabla de la variación anual de la precipitación media se observa un mínimo acusado en los meses de verano, registrándose en Julio 50 mm. Las precipitaciones máximas se producen entre Noviembre y Enero, con un valor punta de 147 mm en Noviembre y en Abril con 107 mm.

Esta misma tendencia siguen los números de días de lluvia significativa. Sin embargo, el número total de días de lluvia presenta un máximo en Enero, Abril y Noviembre, así como también los máximos mensuales. Estas precipitaciones en el mes de enero son, en muchos casos, de carácter tormentoso.

2.3. Nieve, heladas y tormentas

El resumen de los datos medios es:

MESES	ESTACIÓN: AEROPUERTO DE SONDECA		
	Nº días de nieve	Nº días de tormenta	Nº días de helada
Enero	1	1	4
Febrero	1	1	2
Marzo	0	1	2
Abril	0	3	0
Mayo	0	3	0
Junio	0	3	0
Julio	0	3	0
Agosto	0	3	0
Septiembre	0	2	0
Octubre	0	1	0
Noviembre	0	2	1
Diciembre	0	1	3
AÑO	2	24	11

La presencia de nevadas es escasa, con menos de 3 días al año, pudiendo presentarse entre los meses de Enero y Febrero. Tampoco son significativas las tormentas, aunque de Abril a Agosto, se producen más de 2 días de tormenta.

Se consideran días de helada aquellos en que se registra una temperatura igual o inferior a 0°C. El período de heladas comprende desde Noviembre hasta Marzo, siendo la principal ocurrencia en Diciembre y en Enero con tres y cuatro días, respectivamente.

2.4. Niebla

Los valores medios del número de días de niebla son:

ESTACIÓN: AEROPUERTO DE SONDICA	
MESES	Nº días de niebla
Enero	1
Febrero	2
Marzo	2
Abril	2
Mayo	2
Junio	1
Julio	1
Agosto	2
Septiembre	3
Octubre	3
Noviembre	2
Diciembre	2
AÑO	23

El número medio anual de días de niebla es de 23. Su principal ocurrencia se produce en los meses de verano y otoño con un máximo de 3 días en septiembre y octubre. En los meses de invierno y primavera, sin embargo, no se presentan fenómenos de condensación.

2.5. Temperatura

Los valores medios y extremos registrados en la estación del aeropuerto de Sondica son:

ESTACIÓN: AEROPUERTO DE SONDICA						
MESES	MEDIA		Media mensual	Extremas absolutas		Oscilac. Extrema media
	Máxima	mínima		Máxima	mínima	
Enero	13,4	5,1	9,3	23,4	-7,6	31,0
Febrero	14,3	5,1	9,7	26,8	-8,6	35,4
Marzo	16,5	6,4	11,5	29,8	-5,0	34,8
Abril	17,6	7,6	12,6	33,1	-1,2	34,3
Mayo	20,8	10,6	15,7	36,0	0,4	35,6
Junio	23,4	13,4	18,4	41,2	3,6	37,6
Julio	25,4	15,4	20,4	42,0	6,6	35,4
Agosto	26,0	15,7	20,9	41,9	6,8	35,1
Septiembre	24,6	13,8	19,2	41,7	3,8	37,9
Octubre	21,4	11,4	16,4	33,4	0,6	32,8
Noviembre	16,6	8,1	12,4	27,7	-6,2	33,9
Diciembre	13,9	5,9	9,9	24,6	-7,4	32,0
AÑO	19,5	9,9	14,7	42,0	-8,6	33,4

La temperatura media anual es de 14,7° con una oscilación media de las temperaturas uniforme a lo largo del año. Las temperaturas extremas, alcanzan los 42° y los -8,6°. La oscilación extrema de los valores analizados se produce en Septiembre con 37,9°.

2.6. Insolación y nubosidad

Los valores medios mensuales y anuales son:

MES	ESTACIÓN: AEROPUERTO DE SONDICA	
	Nº MEDIO DE DÍAS	INSOLACIÓN
	Despejados	Nº de horas de sol
Enero	3	85
Febrero	3	97
Marzo	3	132
Abril	2	138
Mayo	2	169
Junio	3	180
Julio	4	186
Agosto	3	179
Septiembre	4	160
Octubre	3	126
Noviembre	3	88
Diciembre	3	78
AÑO	36	1.610

De los datos obtenidos, destacan la escasez de días despejados a lo largo del año, con un total de tan sólo 36 días al año. El mínimo de días despejados se da en los meses de primavera, con dos días.

La insolación, con un total de 1.610 horas al año, alcanza el 36% de la insolación teórica. El mínimo se registra en Diciembre con sólo 78 horas de sol, un 21,66% de la insolación teórica en ese mes, y el máximo en Julio, con 186 horas, el 52,22% de la insolación teórica.

3. CLASIFICACIÓN CLIMÁTICA

El objeto de establecer una clasificación climática es definir los tipos de clima (conjuntos homogéneos de condiciones climáticas), que caracterizan el área donde se sitúa la autovía.

Gran parte de los índices, diagramas y clasificaciones del clima usuales, hacen referencia a la influencia de éste sobre las comunidades vegetales. Entre ellos se ha optado por determinar los siguientes:

ÍNDICES CLIMÁTICOS:

- a) Aridez de Martonne
- b) Termo-pluviométrico de Dantin-Revena
- c) Pluviosidad de Lang

CLASIFICACIONES CLIMÁTICAS:

- a) Köppen
- b) Papadakis

3.1. Índices climáticos

a) Índice de aridez de Martonne

La expresión que define este índice es: $I_a = \frac{R}{(t + 10)}$

Dónde:

I_a = Índice de aridez

R = Precipitación media anual en mm

t = Temperatura media anual en °C

R (mm)	t (°C)	I_a
1134	14,7	45,91

Con arreglo a este índice de aridez, clasifica Martonne los climas de este modo: si el índice vale de 0 a 5, de desierto; si de 5 a 10, de semidesierto; de 10 a 20, de estepas y países secos mediterráneos; mayor que 20, de cultivo de secano y olivares,

siendo arriesgado en él el cultivo de cereales y conveniente la cría de ganado vacuno si llega a 40; aproximadamente 60, de aguaceros tropicales y con viento monzón.

El clima en el ámbito del estudio, se puede considerar por tanto como perteneciente al tipo de "arriesgado para el cultivo de cereales y conveniente para la cría de ganado vacuno".

b) Índice termopluviométrico de Dantín-Revena

Se define mediante la expresión: $I_{tp} = 100 \frac{t}{R}$

Dónde:

I_{tp} = Índice termopluviométrico

t = Temperatura media anual en °C

R = Precipitación media anual en mm

R (mm)	t (°C)	I_{tp}
1134	14,7	1,30

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

Por tanto, podemos indicar que el tramo se sitúa en zona "húmeda".

c) Índice de pluviosidad de Lang

Viene dado por la expresión: $L = \frac{R}{t}$

Dónde:

L = Índice de pluviosidad

R = Precipitación media anual en mm

T = Temperatura media anual en °C

R (mm)	t (°C)	L
1134	14,7	77,14

La clasificación del clima en función de este índice se reduce a tres términos:

Árido $L < 40$

Húmedo $40 < L < 160$

Superhúmedo $160 < L$

Dentro de esta clasificación, el clima de la zona, será también "húmedo".

3.2. Clasificaciones climáticas

a) Clasificación de Copen

Consiste en una clasificación climática mundial que identifica cada tipo de clima con una serie de letras que indican el comportamiento de las temperaturas y precipitaciones que caracterizan dicho tipo de clima. Los parámetros empleados son:

- Temperatura del aire
- Altura de la precipitación
- Distribución anual de uno u otro de los dos primeros elementos

La primera letra indica la latitud de la región, partiendo de A, en el ecuador, hasta E, correspondiente a los polos. A los dominios A, B, C, D y E se juntan otras letras que precisan el momento de la temporada seca y el régimen térmico estival.

A: Clima tropical húmedo

Se caracteriza porque todos los meses tienen una temperatura media superior a los 18 °C y las precipitaciones anuales son superiores a la evaporación. Bajo estas condiciones se suelen dar las selvas y los bosques tropicales.

La segunda letra hace referencia al régimen de precipitaciones, que pueden ser:

f: ausencia de temporada seca, precipitaciones constantes

w: temporada seca en invierno

m: clima de monzón, precipitaciones constantes excepto algún mes seco y precipitaciones exageradas en algunos meses

s: periodo seco en verano

Si la amplitud de la variación térmica media mensual es inferior a 5o C, se puede agregar la letra i (isoterma).

Hay, pues, seis climas posibles en el dominio de A: Af, Aw, Am, Afi, Awi y Ami

B. Clima seco (Árido y semiárido)

Estos climas se caracterizan por una precipitación anual escasa.

Para determinarlo, se multiplica la temperatura media anual en centígrados (°C) por 20. A continuación, hay que añadir 280 al resultado obtenido si el 70 % o más de la precipitación ocurre en el semestre primavera-verano y hay que añadir 140 al resultado si en el plazo mencionado anteriormente ocurre entre el 30-70 % de la precipitación anual. O bien no se añade nada si en el mismo plazo caen menos del 30 % de las precipitaciones anuales.

Si la precipitación anual es inferior al 50 % del resultado obtenido anteriormente, la clasificación es BW (clima desértico/árido), y si está en el rango de 50-100 % del umbral, la clasificación es BS (clima semiárido). Es decir, la segunda letra, indica el grado de aridez.

Existe además una tercera letra que indica las temperaturas:

h: temperatura media anual igual o por encima a 18 °C

k: temperatura media anual por debajo de 18 °C

Hay, pues, cuatro climas posibles en el dominio de B: BSh, BSk, BWh y BWk

C: Clima templado

Se caracteriza porque la temperatura media del mes más frío es menor de 18 °C y superior a -3 °C y la del mes más cálido es superior a 10 °C. Las precipitaciones exceden a la evaporación.

En esta clasificación la segunda letra explica el régimen de lluvias:

f: precipitaciones constantes a lo largo del año

w: invierno seco por lo que el mínimo de precipitaciones está bastante marcado y coincide con el periodo de temperaturas más bajas. La estación más lluviosa no tiene por qué ser el verano.

s: verano seco por lo que el mínimo de precipitaciones está bastante marcado y coincide con el periodo de temperaturas más altas. La estación más lluviosa no tiene por qué ser el invierno.

La tercera letra explica el comportamiento de las temperaturas:

a: Subtropical. Verano caluroso al superar los 22 °C de media

b: Templado. Verano suave al no alcanzar los 22 °C de media en el mes más cálido. Las temperaturas medias superan los 10 °C al menos cuatro meses al año.

c: Subpolar. Verano suave al no alcanzar los 22 °C de media en el mes más cálido. Las temperaturas medias mayores de 10 °C se dan en menos de cuatro meses al año.

Hay, pues, nueve climas posibles en el dominio de C: Cfa, Cfb, Cfc, Cwa, Cwb, Cwc, Csa, Csb y Csc.

D: Clima templado frío, continental

Se caracteriza porque la temperatura media del mes más frío es menor de -3 °C y la del mes más cálido es superior a 10 °C. La segunda letra explica el régimen de lluvias:

f: precipitaciones constantes a lo largo del año.

w: inviernos secos con el mínimo de precipitaciones bastante marcado y coincide con el periodo de temperaturas más bajas.

s: veranos secos con el mínimo de precipitaciones bastante marcado y coincide con el periodo de temperaturas más altas.

Además, tiene una tercera letra que explica el comportamiento de las temperaturas:

a: verano caluroso al superar los 22 °C de media en el mes más cálido.

b: verano suave al alcanzar los 22 °C de media en el mes más cálido. Las temperaturas medias superan los 10 °C al menos cuatro meses al año.

c: verano suave al alcanzar los 22 °C de media en el mes más cálido. Las temperaturas medias mayores de 10 °C se dan en menos de cuatro meses al año. La temperatura media del mes más frío es superior a -38 °C.

d: verano suave al alcanzar los 22 °C de media en el mes más cálido. Las temperaturas medias mayores de 10 °C se dan en menos de cuatro meses al año. La temperatura media del mes más frío no es superior a -38 °C.

Hay, pues, doce climas posibles en el dominio de D: Dfa, Dfb, Dfc, Dfd, Dwa, Dwb, Dwc, Dwd, Dsa, Dsb, Dsc, Dsd

E: Clima Frío

Se caracteriza porque la temperatura media del mes más cálido es inferior a 10 °C.

Si durante un mes por lo menos, la temperatura es superior a 0o C, se agrega la letra T (tundra); en el caso contrario se agrega la letra F (gelisuelo).

En grandes elevaciones, se agrega la tercera letra H.

F: Clima de Alta montaña

Son climas condicionados por la altura, superior a 1500 m y que pueden encuadrarse en las clasificaciones anteriores ya que suponen la modificación del clima local originada por la altitud.

Considerando los datos de la estación meteorológica del aeropuerto de Sondica podemos definir el clima de la zona por la que discurre este tramo de carretera como del tipo Cfb.

Esta clasificación, si bien es la más recomendada en los manuales de climatología, no tiene una aplicación directa sobre la determinación y definición de las características agrológicas, por lo que se ha considerado conveniente, completarla con otras clasificaciones de uso menos extendido.

b) Clasificación de Papadakis

La clasificación de Papadakis es un sistema de tipificación de los climas definidos según los cultivos que se pueden hacer.

Conociendo las necesidades climáticas de las plantas con sus mínimos y óptimos de temperatura, exigencias en humedad, etc., se adjudica a cada localidad un nombre, normalmente el de un cultivo importante, para su periodo cálido (verano) y otro nombre para su periodo frío (invierno). Además, se clasifican los lugares según el régimen de humedad (pluviometría total y distribución mensual) y del conjunto sale un "Régimen Térmico" determinado.

Por tanto, debe considerarse como una caracterización agroecológica a nivel macroclimático, ya que en estos niveles intervienen de forma clave factores tales como la topografía o el relieve. Esta clasificación utiliza variables climáticas basadas en valores extremos, que se consideran más representativos y restrictivos para estimar las respuestas óptimas de los distintos cultivos.

Los umbrales que se fijan para caracterizar los tipos climáticos, responden a los límites naturales de determinados cultivos.

Resultan relevantes así el "frío invernal", el "calor estival" y la "aridez" distribuida a lo largo del año. Con estos parámetros se definen los tipos de invierno y de verano, y los regímenes térmicos y de humedad, así como los grupos climáticos.

Tipos de invierno según clasificación de Papadakis

Tiene unas tablas que muestran los límites térmicos de los tipos de invierno, y con ellos, podemos clasificar nuestra zona al compararlos con los datos que disponemos de la estación del aeropuerto de Sondica.

Los inviernos pueden clasificarse en:

Ecuatorial: posibilidad de cultivo del cacao y las plantas más sensibles al frío. En realidad, no hay una diferencia entre invierno y verano.

Tropical: posibilidad de cultivos no tan exigentes en temperatura: banana, café, etc.

Citrus: se subdivide en Citrus tropical y citrus no tropical. Adecuado para los cítricos.

Avena: subdividido entre Avena cálido y Avena fresco. Indica que la avena sembrada en otoño resistirá el frío del invierno.

Triticum: con tres subdivisiones según la intensidad del frío. Indica que el trigo aguantará las heladas propias de este tipo de invierno (hasta - 29 °C) bajo cero.

Primavera: Indica que hace tanto frío que los cereales no aguantan el invierno y se tienen que sembrar en primavera.

En nuestro caso, el tipo de invierno puede definirse como "citrus" (Ci).

Tipos de verano según clasificación de Papadakis

Análogamente, clasifica en tablas los tipos de verano en función de los límites térmicos. Los tipos de verano son:

Gossypium: Con un verano bastante cálido para permitir el cultivo del algodón

Cafeto: es un verano tropical con una altura suficiente para hacer bajar en cierto grado la temperatura nocturna y ser así adecuado para plantaciones de café

Oryza: con suficiente calor para hacer arroz

Mays: el mínimo suficiente para el cultivo de maíz o maíz

Triticum: suficiente calor para el trigo

Polar cálido: con vegetación forestal necesita que al menos 4 meses haya temperaturas máximas por encima de los 10 grados. Sin árboles propio de la (tundra) ártica y subártica.

Frigido: en casquete glacial

Andinoalpes: pastos de alta montaña

Para nuestro caso, el tipo de verano es "Triticum" (T).

Régimen térmico

La equivalencia de los regímenes de temperatura con los tipos de invierno y verano, según Papadakis es:

Régimen térmico	Tipo de invierno	Tipo de verano	Régimen térmico	Tipo de invierno	Tipo de verano
Ecuatorial			Marítimo		
EQ (cálido)	Ec	G	Mm (supermarítimo)	Ci	T
Eq (semicálido)	Ec	g	MA (marítimo cálido)	Ci	O, M
Tropical			Ma (marítimo fresco)	av	T
TR (cálido)	Tp	G	ma (marítimo frío)	av, Ti	P
Tr (semicálido)	Tp	g	mp (tundra marítima)	Ti	p
tR (cálido, inv. fresco)	tP	G, g	mF (desierto subgl. marítimo)	Ti	F
tr (fresco)	tp	O, g	Templado	Tv, av, Av	M, O
Tierra templada			TE (cálido) (TE1, TE2)	ti, Ti	T
Tt (tierra templada)	Tp, tP, tp	c	Te (fresco)	ti, Ti	t
tt (tierra templ. fresca)	tp	T	te (frío)		
Tierra fría			Pampeano-Patagoniano		
TF (tierra fría baja)	Ct o más frío	g	PA (pampeano)	Av	M
Tf (tierra f. media)	Ci o más frío	O, M	Pa (patagoniano)	Tv, av, Av	t
tf (tierra fría alta)	Ci o más frío	T, t	pa (patagoniano frío)	Ti, av	P
Andino			Continental		
An (bajo)	Ti o más suave	A	CO (cálido)	Av o más frío	g, G
an (alto)	Ti o más suave	a	Co (semicálido)	Ti o más frío	M, O
aP (taiga andina)	Ti o más suave	P	co (frío)	pr, Pr	t
ap (tundra andina)	Ti o más suave	p	Polar		
aF (desierto subgl. andino)	Ti o más suave	F	Po (taiga)	ti o más frío	P
Subtropical			po (tundra)	ti o más frío	p
Ts (semitropical)	Ct	G, g	Fr (desértico subgl.)	ti o más frío	F
SU (subtropical cálido)	Ci, Av	G	fr (hielo permanente)	ti o más frío	f
Su (subtr. Semicálido)	Ci	g	Alpino		
			Al (bajo)	Pr, Ti, ti	A
			al (alto)	Pr, Ti, ti	a

Con los datos de la estación del aeropuerto de Sondica, el régimen térmico puede definirse como "Marítimo (supermarítimo)" (Mm).

4. DETERMINACIÓN DE DÍAS APROVECHABLES

A partir de toda la información climática disponible y elaborada, se procede a la estimación del nº de días laborables aprovechables.

4.1. Restricciones a las unidades de obra

Las restricciones o limitaciones a la ejecución de las unidades más importantes se han tomado del articulado del "Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para Obras de Carreteras y Puentes, PG-3".

A continuación, se resumen estas limitaciones, para pasar después de estimar los días aprovechables con la intervención disponible, en función de los valores extremos que limitan la ejecución de las unidades de obra más representativas.

- Terraplenes, Rellenos localizados y Sub-bases granulares. Estos trabajos estarán condicionados por la temperatura ambiente.
- Riegos y tratamientos superficiales. En estos casos, las limitaciones son más estrictas, tanto de temperatura como de precipitación.
- Mezclas bituminosas. Las mismas limitaciones que el punto anterior.
- Hormigones. La puesta en obra del hormigón en condiciones especiales tiene más restricciones, de tipo climático que cumplir.

El hormigonado se suspenderá siempre que se prevea que, dentro de las 48 horas siguientes, la temperatura ambiente pueda descender por debajo de 0°C.

Una orientación para ver si se cumple la condición anterior viene especificada por la circunstancia de que si a las 9 horas de la mañana, hora solar, la temperatura ambiente es inferior a 4°C, entonces puede interpretarse que hay motivo suficiente para que se alcance ese límite en el plazo citado.

4.2. Estimación de días hábiles por condiciones climatológicas

Precipitaciones:

Las precipitaciones medias anuales en el entorno del trazado están en torno a 1.134 mm.

El número de días en los que se han registrado precipitaciones es de unos 124 días al año. Los meses de Junio, Julio, Agosto y Septiembre son los únicos que no alcanzan una media mensual de 10 días al mes con precipitaciones.

No obstante, al analizar los días con precipitación mayor a 10 mm, estos valores caen sustancialmente.

La estimación de los días hábiles en los que se van a presentar problemas en las realizaciones de las obras, debido a las precipitaciones, se ha realizado teniendo en cuenta que algunas precipitaciones diarias serán inapreciables o causarán pequeños problemas en el ritmo de las obras, o se producirán en días no hábiles. En concreto, se ha supuesto entre el 30% y el 50% de los días de precipitaciones máximas >10mm.

Días con nevada

La media anual de los días de nieve es de 2 días al año. Se supone, teniendo en cuenta que puede nevar en fines de semana o días no hábiles, el número de días al año de interrupción de las obras por motivo de la nieve es del orden 1,6 días, que corresponde al 80% del valor.

Días con Tormenta

También del análisis del diario meteorológico se puede estimar que es probable que durante los meses de verano se den fenómenos tormentosos que pudiesen alterar totalmente la ejecución de las obras durante 9 días al año entre los meses que van de mayo a septiembre.

Temperatura

Por la zona en donde nos encontramos, no se contempla la posibilidad de interrupción total del hormigonado por razones de temperaturas máximas.

El número de días al año con temperatura mínima <0° C es de 12, con máximas entre diciembre y enero, que se reducen a 1 día de media anual si consideramos los días con temperatura mínima <-5°C.

4.3. Estimación de unidades de obra afectadas por condiciones climatológicas

Para un año tipo con las limitaciones estimadas en el apartado anterior, se presentan a continuación las principales unidades de obra y su posible periodo de afección.

Como se desconoce la fecha de inicio de las obras y de la puesta en obra de las principales unidades, se ha adoptado este esquema global e independiente. El objetivo es conocer los problemas que se pueden dar en cada mes por razones estrictamente climáticas para la ejecución de las obras.

Movimiento de Tierras

Aunque no existen restricciones explícitas a la puesta en obra de los terraplenes, teniendo en cuenta el elevado número de días con precipitaciones en la zona, se consideran 11 días al año en los que se pueden producir problemas. Representan el 9,0% de los días con precipitación.

También se incluyen 2 días al año por problemas de nieve y 8 por probables tormentas.

Para la estimación de los días no aprovechables por razones de temperaturas mínimas se ha supuesto que la puesta en obra se ve afectada en el 100% de los días en que la temperatura mínima ha descendido por debajo de los -5°C, que suponen dos días al año.

En **total se consideran 23 días de retraso** por condiciones climatológicas.

Hormigones

Para la estimación del número medio de días no aprovechables razones de temperatura mínima, se ha seguido el mismo criterio expuesto en los terraplenes.

En el caso de las precipitaciones se han disminuido un 50% el número de días considerados, siendo los días afectados 6, pues se estima que es más fácil la protección de la puesta en obra del hormigón que la un terraplén o relleno.

Son 2 días al año por problemas de nieve y 8 por probables tormentas y 2 días por el descenso de temperaturas por debajo de los -5°C.

En **total se consideran 18 días de retraso** por condiciones climatológicas.

Firmes Bituminosos

La ejecución de los firmes y mezclas bituminosas tiene unas condiciones climáticas más restrictivas para su puesta en obra.

Por precipitaciones, se supone algo menos del 15% de los días registrados. Por nieve y tormentas se estima en 12 días al año, en los que es probable que existan problemas de puesta en obra. Por fuertes descensos térmicos, el número de días al año en los que se producirán problemas de ejecución, se estima que sea de 5.

En **total se consideran 32 días de retraso** por condiciones climatológicas.

5. HIDROLOGÍA. CAUDALES DE DISEÑO

El estudio hidrológico se realiza debido a la necesidad de determinar los caudales de diseño en base a los que se procede a dimensionar los elementos de recogida y evacuación, el drenaje y la restitución de la continuidad de los cauces naturales.

Para la estimación de caudales de aguas pluviales se han seguido los criterios indicados en la Instrucción 5.2-IC "Drenaje Superficial" de la Dirección General de Carreteras del Ministerio de Fomento.

Se prevén dos tipos de caudales:

- Aguas pluviales
- Aguas de infiltración

A continuación, se cuantifican los caudales citados con el objeto de analizar el comportamiento de la red planteada y la idoneidad de los diámetros elegidos.

5.1. Fórmula de cálculo

Siguiendo el método racional, el caudal máximo anual Q_T , correspondiente a un período de retorno T , se calcula mediante la fórmula.

$$Q_T = \frac{I(T, t_c) \cdot C \cdot A \times k_t}{3,6}$$

Dónde:

Q_T = Caudal máximo anual correspondiente al período de retorno T , en el punto de desagüe de la cuenca (m^3/s)

$I(T, t_c)$ = Intensidad de precipitación correspondiente al período de retorno considerado T , para una duración del aguacero igual al tiempo de concentración t_c , de la cuenca (mm/h)

C = Coeficiente de escorrentía (adimensional)

A = Superficie de la cuenca aportante (km^2)

k_t = Coeficiente de uniformidad de distribución temporal de la precipitación (adimensional)

5.2. Superficie de cuenca

Las subcuencas interceptadas por la variante se han identificado en la cartografía a escala 1/5.000.

La abrupta orografía de la zona da lugar a la proliferación de pequeñas subcuencas que encierran desniveles importantes y permiten adivinar con cierta facilidad los cursos de agua que en ellas originan las precipitaciones. Las cuencas calculadas son cuencas pequeñas, cuyo tiempo de concentración es inferior a 6 horas.

Estas subcuencas aparecen marcadas en el plano correspondiente a cuencas de drenaje que se adjunta al presente anejo.

Una vez identificadas las subcuencas, se han determinado sus parámetros físicos más significativos para poder emplear el cálculo de caudales de escorrentía, cuyos parámetros físicos definidos y el método seguido para su obtención han sido:

- Superficie: por planimetría sobre la cartografía en la que aparezca representada toda la cuenca.
- Cota máxima: por identificación sobre la cartografía en la que aparezca la cuenca.
- Cota mínima: por identificación sobre la cartografía 1/1.000
- Longitud: por medición con curvímeter o con programas de CAD, sobre la cartografía en que aparezca representada toda la cuenca.
- Pendiente: cociente entre el desnivel y la longitud.
- Tiempo de concentración: por aplicación de la fórmula recomendada en la Instrucción 5.2-I.C.

5.3. Tiempo de Concentración (t_c)

Tiempo de concentración t_c , es el tiempo mínimo necesario desde el comienzo del aguacero para que toda la superficie de la cuenca esté aportando escorrentía en el punto de desagüe. Se obtiene calculando el tiempo de recorrido más largo desde cualquier punto de la cuenca hasta el punto de desagüe, mediante las siguientes formulaciones:

Para cuencas principales:

$$t_c = 0,3 \cdot L_c^{0,76} \cdot J_c^{-0,19}$$

Dónde:

L_c = Longitud del cauce (km)

J_c = Pendiente media del cauce (adimensional)

Dado que el tiempo de concentración depende de la longitud y pendiente del cauce escogido, deben tantearse diferentes cauces o recorridos del agua, incluyendo siempre en los tanteos los de mayor longitud y menor pendiente. El cauce (o recorrido) que debe escogerse es aquél que da lugar a un valor mayor del tiempo de concentración.

Cuenca	Área	Longitud	Cotas		Desnivel	Pendiente	Tiempo de Concentración	
Nº	Ha	km	m	m	m	m/m	horas	min
1	6,1502	0,365	165,7	112,0	53,70	0,147	0,201	12,05
2	7,2408	0,650	127,9	96,0	31,90	0,049	0,384	23,01
3	3,9123	0,291	120,4	104,3	16,10	0,055	0,204	12,22
4	1,2144	0,149	110,2	104,3	5,90	0,040	0,130	7,81

Para las cuencas de la plataforma y márgenes se aplican con un tiempo de concentración de 15 minutos.

5.4. Intensidad de precipitación (I_t)

La intensidad de precipitación I (T , t_c) correspondiente a un período de retorno T , y a una duración del aguacero t , a emplear en la estimación de caudales por el método racional, se obtendrá por medio de la siguiente fórmula:

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

Siendo:

I_d = Intensidad media diaria de precipitación corregida correspondiente al periodo de retorno T (mm/h)

F_{int} = Factor de intensidad (adimensional)

5.4.1. Estimación del Periodo de Retorno (T)

Se adoptan los siguientes valores del período de retorno en función de la obra a la que se aplican.

$T = 25$ años (drenaje longitudinal)

$T = 100$ años (drenaje transversal)

5.4.2. Intensidad media diaria de precipitación corregida (I_d)

La intensidad media diaria de precipitación corregida correspondiente al período de retorno T , se obtiene mediante la siguiente expresión:

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

Siendo:

P_d = precipitación total diaria correspondiente a dicho período de retorno T (mm).

K_A = Factor reductor de la precipitación por área de la cuenca (adimensional).

- Obtención de P_d

Con objeto de sistematizar el procedimiento de determinación de la máxima precipitación diaria, la Dirección General de Carreteras del Ministerio de Fomento publicó en 1999 la monografía denominada Máximas lluvias diarias en la España Peninsular, en la que incluye un mapa, que cubre todo el territorio peninsular, donde están reflejadas sendas familias de isolíneas correspondientes a la variación espacial del valor medio de la ley de frecuencia de máximas precipitaciones, por una parte, y el coeficiente de variación, por otra.

Con esta información gráfica, y para un emplazamiento concreto, es posible, por tanto, determinar tanto el valor medio de la ley de frecuencias de máximas precipitaciones diarias, como el coeficiente de variación correspondiente a esa ley. A partir de los valores obtenidos del coeficiente de variación, y mediante la información del cuadro adjunto (tomado de la monografía de la Dirección General de Carreteras), se puede deducir el factor regional Y_t , que es el que se debe aplicar al valor medio para determinar la lluvia asociada a cada periodo de retorno.

Para el caso de Bilbao y sus inmediaciones, tomaremos un valor de precipitación máximas diarias de 65 mm/h y un $C_v = 0,38$. Ver tablas que se presentan a continuación:



COEF.VARIACIÓN (C _v)	PERIODO DE RETORNO (AÑOS)							
	2	5	10	25	50	100	200	500
0,30	0,935	1,194	1,377	1,625	1,823	2,022	2,251	2,541
0,31	0,932	0,198	1,385	1,640	1,854	2,068	2,296	2,602
0,32	0,929	1,202	1,400	1,671	1,884	2,098	2,342	2,663
0,33	0,927	1,209	1,415	1,686	1,915	2,144	2,388	2,724
0,34	0,924	1,213	1,423	1,717	1,930	2,174	2,434	2,785
0,35	0,921	1,217	1,438	1,732	1,961	2,220	2,480	2,831
0,36	0,919	1,225	1,446	1,747	1,991	2,251	2,525	2,892
0,37	0,917	1,232	1,461	1,778	2,022	2,281	2,571	2,953
0,38	0,914	1,240	1,469	1,793	2,052	2,327	2,617	3,014
0,39	0,912	1,243	1,484	1,808	2,083	2,357	2,663	3,067
0,40	0,909	1,247	1,492	1,839	2,113	2,403	2,708	3,128
0,41	0,906	1,255	1,507	1,854	2,144	2,434	2,754	3,189
0,42	0,904	1,259	1,514	1,884	2,174	2,480	2,800	3,250
0,43	0,901	1,263	1,534	1,900	2,205	2,510	2,846	3,311
0,44	0,898	1,27	1,541	1,915	2,22	2,556	2,892	3,372
0,45	0,896	1,274	1,549	1,945	2,251	2,586	2,937	3,433
0,46	0,894	1,278	1,564	1,961	2,281	2,632	2,983	3,494
0,47	0,892	1,286	1,579	1,991	2,312	2,663	3,044	3,555
0,48	0,89	1,289	1,595	2,007	2,342	2,708	3,098	3,616
0,49	0,887	1,293	1,603	2,022	2,373	2,739	3,128	3,677
0,50	0,885	1,297	1,610	2,052	2,403	2,785	3,189	3,738
0,51	0,883	1,301	1,625	2,068	2,434	2,815	3,220	3,799
0,52	0,881	1,308	1,64	2,098	2,464	2,861	3,281	3,860

Para T = 100 años: $P_d = 65\text{mm/h} \times 2,327$ $P_d = 151,255 \text{ mm/h}$

- En el caso que nos ocupa las áreas son inferiores a 1 km² y, por tanto, el valor de $K_A = 1$.

$$I_d = \frac{P_d \cdot K_A}{24} \quad \text{Id} = 151,255 \text{ mm/h} \times 1 / 24 = 6,302 \text{ mm/h}$$

5.4.4. Factor de intensidad (F_{int})

El factor de intensidad introduce la torrencialidad de la lluvia en el área de estudio y depende de:

- La duración del aguacero t
- El período de retorno T , si se dispone de curvas intensidad–duración–frecuencia (IDF) aceptadas por la Dirección General de Carreteras, en un pluviógrafo situado en el entorno de la zona de estudio que pueda considerarse representativo de su comportamiento.

Se tomará el mayor valor de los obtenidos de entre los que se indican a continuación:

$$F_{int} = \max(F_a, F_b)$$

Dónde:

F_a = Factor obtenido a partir del índice de torrencialidad (I_1/I_d) (adimensional)

F_b = Factor obtenido a partir de las curvas IDF de un pluviógrafo próximo (adimensional)

- Obtención de F_a

Se obtiene a partir de la expresión:

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

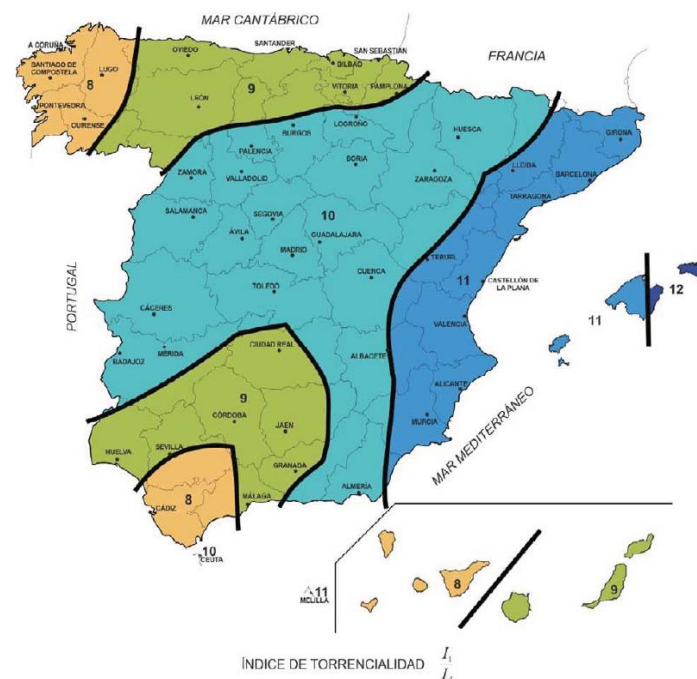
Dónde:

I_1/I_d = índice de torrencialidad que expresa la relación entre la intensidad de precipitación horaria y la media diaria corregida. Su valor se determina en función de la zona geográfica (adimensional).

t = duración del aguacero (h).

El índice de torrencialidad I_1/I_d se obtiene del mapa de isóneas que se adjunta y pertenece a la figura 2.2 de la Instrucción 5.2-I.C. La relación I_1/I_d varía entre 8 y 12, y que está basado en un trabajo de Témez (1987).

La zona que nos ocupa tiene un valor de $I_1/I_d = 9,0$.



Para la obtención del factor F_a , se debe particularizar la expresión para un tiempo de duración del aguacero igual al tiempo de concentración:

$$T = t_c \text{ por tanto, } t = 15 \text{ min} = 0,25 \text{ h}$$

Con estos valores, el valor F_a queda: $F_a = 18,48$

- Obtención de F_b

Se obtiene a partir de la expresión:

$$F_b = k_b \frac{I_{IDF}(T, t_c)}{I_{IDF}(T, 24)}$$

Dónde:

$I_{IDF}(T, t_c)$ = Intensidad de precipitación correspondiente al período de retorno T y al tiempo de concentración t_c , obtenido a través de las curvas IDF del pluviógrafo.

$I_{IDF}(T, 24)$ = Intensidad de precipitación correspondiente al período de retorno T y a un tiempo de aguacero igual a veinticuatro horas ($t = 24$ h), obtenido a través de curvas IDF.

Para el caso que nos ocupa, tenemos: $I_{IDF}(T, t_c) = 1$
 $I_{IDF}(T, 24) = 1$

Luego, empleando la fórmula anterior: $F_b = 1,13$

El factor de intensidad que debemos emplear es el mayor valor de los obtenidos:

$$F_{int} = \max(F_a, F_b); \quad F_{int} = 18,48$$

5.4.5. Intensidad de precipitación Obtenida

Sustituyendo estos valores en la expresión que representa la ley de precipitaciones tenemos:

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

- **Drenaje Longitudinal**

$$I(T, t_c) = 4,856 \text{ mm/h} \times 18,48; \quad I_t = 89,74 \text{ mm/h}$$

- **Drenaje Transversal**

$$I(T, t) = 6,302 \text{ mm/h} \times 18,48; \quad I_t = 116,46 \text{ mm/h}$$

5.5. Coeficiente de escorrentía

El coeficiente de escorrentía define la porción de la intensidad de lluvia I_t que genera escorrentía superficial. El coeficiente instantáneo de escorrentía C , se obtiene de la expresión:

$$\text{Si } P_d \times K_A > P_o: \quad C = \frac{\left(\frac{P_d \cdot K_A}{P_o} - 1\right) \left(\frac{P_d \cdot K_A}{P_o} + 23\right)}{\left(\frac{P_d \cdot K_A}{P_o} + 11\right)}$$

$$\text{Si } P_d \times K_A > P_o: \quad C = 0$$

Siendo:

P_d = Precipitación diaria del periodo de retorno T considerado (mm)

K_A = Factor reductor de la precipitación por área de la cuenca

P_o = Umbral de escorrentía (mm)

5.5.1. Valor del umbral de escorrentía (P_o)

El valor del umbral de escorrentía depende de las condiciones de humedad dadas por el complejo suelo-vegetación y de las características de la cuenca en cuanto a su capacidad de infiltración, uso del suelo y actividades agrarias y pendiente del terreno.

$$P_o = P_o^i \cdot \beta$$

Siendo:

P_o^i : Valor inicial del umbral de escorrentía

β : Coeficiente Corrector del umbral de escorrentía

- Obtención de P_o^i

Para estimar el umbral de escorrentía (P_o) hay que considerar las características del terreno y aplicar la tabla 2.3 de la Instrucción 5.2.IC. Para el caso que nos ocupa tenemos:

Uso de la tierra	% Sup.	Tipo de suelo	P_o^i
Redes viarias, ferroviarias y terrenos asociados	50	Zona verde	1
Autopistas, autovías y terrenos asociados	50	Zona consolidada	1

Considerando en la zona de estudio un uso del 50% a cada uno, tenemos un valor de $P_o^i = 1$.

- Obtención de β

La formulación del método racional requiere una calibración con datos reales de las cuencas, que se introduce en el método a través de un coeficiente corrector del umbral de escorrentía β .

Su valor refleja la variación regional de la humedad habitual en el suelo al comienzo de aguaceros significativos, y que incluye una mayoración del orden del 100% para evitar sobrevaloraciones del caudal de referencia debidas a ciertas simplificaciones contenidas en el método hidrometeorológico.

En nuestra zona de actuación, el coeficiente corrector adopta un valor de $\beta = 2$.



- Obtención de P_o

Luego, el valor del umbral de escorrentía para los diferentes periodos de retorno es:

$$P_o = 2$$

5.5.2. Estimación de Coeficiente de Escorrentía (C)

Aplicando la fórmula que determina el coeficiente de escorrentía obtenemos:

- **Drenaje Longitudinal:** Para $T = 25$ años, $P_d = 116,545$ mm/h y $K_A = 1$

Como $P_d \times K_A > P_o$: **C = 0,997**

- **Drenaje Transversal:** Para $T = 100$ años, $P_d = 151,25$ mm/h y $K_A = 1$

Como $P_d \times K_A > P_o$: **C = 0,998**

5.6. Coeficiente de uniformidad de distribución temporal de la precipitación (K_t)

El coeficiente K_t tiene en cuenta la falta de uniformidad en la distribución temporal de la precipitación. Se obtendrá a través de la siguiente expresión:

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

Para $t_c = 0,25$ h, obtenemos que: **$K_t = 1,0125$**

5.7. Obtención de los caudales de diseño

Así, aplicando para los diferentes periodos de retorno la fórmula racional de la Instrucción, se obtienen los distintos caudales para las subcuencas interceptadas.

Creamos una tabla donde se refleje el caudal estimado en cada una de las subcuencas y aplicamos la fórmula del método racional:

$$Q_t = \frac{I(T, t_c) \cdot C \cdot A \times k_t}{3,6}$$

De esta manera podemos realizar una mejor valoración y visualización de los parámetros obtenidos hasta el momento.

• **Drenaje Longitudinal:** Caudales con T = 25 años

	Área	Tiempo de Concentración		I	C	Caudal de diseño
Nº	Ha	horas	KA	(mm/h)		(m3/s)
A.1	1,91	0,158	1,00	89,74	0,997	0,482
A.2	0,89	0,148	1,00	89,74	0,997	0,224
A.3	1,30	0,166	1,00	89,74	0,997	0,327
A.4	1,49	0,201	1,00	89,74	0,997	0,375
A.5	0,92	0,208	1,00	89,74	0,997	0,233
A.6	1,20	0,191	1,00	89,74	0,997	0,302
B.1	2,32	0,310	1,00	89,74	0,997	0,583
B.2	1,50	0,312	1,00	89,74	0,997	0,377
B.3	2,17	0,341	1,00	89,74	0,997	0,546
B.4	0,52	0,124	1,00	89,74	0,997	0,132
C.1	1,82	0,193	1,00	89,74	0,997	0,458
C.2	0,97	0,138	1,00	89,74	0,997	0,243
D.1	0,19	0,202	1,00	89,74	0,997	0,048
D.2	0,18	0,193	1,00	89,74	0,997	0,045
D.3	0,11	0,125	1,00	89,74	0,997	0,028
T.1	0,42	0,205	1,00	89,74	0,997	0,106
T.2	0,60	0,212	1,00	89,74	0,997	0,151

• **Drenaje Transversal:** Caudales con T = 100 años

	Área	Tiempo de Concentración		I	C	Caudal de diseño
Nº	Ha	horas	KA	(mm/h)		(m3/s)
A.1	1,91	0,158	1,00	116,46	0,998	0,626
A.2	0,89	0,148	1,00	116,46	0,998	0,291
A.3	1,30	0,166	1,00	116,46	0,998	0,424
A.4	1,49	0,201	1,00	116,46	0,998	0,488
A.5	0,92	0,208	1,00	116,46	0,998	0,302
A.6	1,20	0,191	1,00	116,46	0,998	0,392
B.1	2,32	0,310	1,00	116,46	0,998	0,757
B.2	1,50	0,312	1,00	116,46	0,998	0,490
B.3	2,17	0,341	1,00	116,46	0,998	0,709
B.4	0,52	0,124	1,00	116,46	0,998	0,171
C.1	1,82	0,193	1,00	116,46	0,998	0,595
C.2	0,97	0,138	1,00	116,46	0,998	0,315
D.1	0,19	0,202	1,00	116,46	0,998	0,062
D.2	0,18	0,193	1,00	116,46	0,998	0,059

D.3	0,11	0,125	1,00	116,46	0,998	0,036
T.1	0,42	0,205	1,00	116,46	0,998	0,137
T.2	0,60	0,212	1,00	116,46	0,998	0,196

A partir de los resultados obtenidos, se dimensionan las obras de drenaje longitudinal y transversal.

6. DRENAJE

Como en toda obra lineal, se distinguen tres aspectos del problema, atendiendo tanto a las metodologías, como a la importancia e influencia de su ámbito espacial, que configuran las condiciones de contorno del drenaje.

Se consideran independientemente las posibilidades de drenaje longitudinal, transversal, y subterráneo. Los dos primeros analizan el flujo de agua superficial y su evacuación mediante los dispositivos y obras adecuados, mientras que el tercero estudia la problemática del agua subterránea y su interrelación con la plataforma.

Por cuanto se refiere al drenaje superficial, los criterios y conceptos básicos que se han tenido en cuenta para su análisis técnico y funcional son los contenidos en:

- Instrucción 5.2-IC. Drenaje superficial. Dirección General de Carreteras. Ministerio de Fomento. 1990.
- "Normas BAT" de la Diputación Foral de Bizkaia.

Los caudales asociados a las distintas cuencas que son interceptadas por la traza de la plataforma y que se han considerado como los valores de referencia del proyecto del drenaje, son los que se han definido y justificado en los apartados anteriores.

En los apartados siguientes se concreta y justifica, conceptual e hidráulicamente, la solución propuesta para garantizar el drenaje superficial de la plataforma, tanto longitudinal como transversal.

7. OBRAS DE DRENAJE LONGITUDINAL

El drenaje longitudinal de la plataforma está constituido por un conjunto de cunetas que, en régimen hidráulico de lámina libre, recogen, canalizan y evacúan a los cauces u obras de drenaje transversal, las escorrentías de la propia plataforma y de los taludes que, de forma más o menos difusa, vierten hacia ella.

Se sustituirá el drenaje existente que es afectado por las modificaciones de mejora del trazado.

Para el dimensionamiento de la nueva red de drenaje longitudinal, se tratarán los siguientes puntos:

- Método de cálculo empleado
- Secciones tipo utilizadas
- Caudales de diseño de cada elemento
- Dimensionamiento de los elementos del drenaje longitudinal

7.1. Diseño de la red de drenaje longitudinal

En los Accesos al Parque Tecnológico de Ezkerraldea, el drenaje longitudinal se resuelve mediante cunetas de guarda y cunetones, en el caso de sección en desmonte que desaguan a la red existente actualmente.

En los casos de sección en terraplén, el agua se recoge mediante cunetas situadas en las bermas.

7.1.1. Determinación del caudal de diseño de cada elemento

Para cada elemento del drenaje longitudinal se ha obtenido el caudal de diseño como la suma de:

1. El caudal procedente del terreno. Para cada elemento se indicará qué cuencas recoge, y el caudal correspondiente a cada una de ellas.
2. El caudal procedente de la plataforma. Para cada elemento se indica qué superficie de plataforma drenará; el caudal se obtendrá multiplicando esa superficie por el caudal de escorrentía unitario.
3. El caudal procedente de taludes. Para cada elemento se indica qué superficie de taludes drenará; el caudal se obtendrá multiplicando esa superficie por el caudal de escorrentía unitario.
4. El caudal procedente de otros elementos de drenaje que desemboquen en él.

Para cada cuneta se ha tomado como caudal de diseño el caudal máximo que pueda recoger. Hay que señalar que el caudal de escorrentía de cada cuenca, así como el caudal por unidad de superficie de plataforma, se han obtenido mediante el método hidrometeorológico.

El periodo de retorno considerado en el cálculo es T = 25 años, según prescribe la Instrucción 5.2-IC.

Además, se han realizado comprobaciones para los criterios de validez considerados que son:

	Cunetas hormigón	Cunetas de tierra
Velocidad máx. admisible (m/s)	4,50	1,50
Resguardo mínimo (m)	0,05	0,05

La condición de velocidad se ha comprobado con la pendiente máxima y la condición de calado con la pendiente mínima.

7.1.2. Determinación de la pendiente

Cada cuneta se ha dimensionado teniendo en cuenta las pendientes mínima y máxima que presente en toda su longitud. En aquellos elementos de drenaje que discurren paralelos a la vía o los viales, se ha supuesto que la pendiente del elemento de drenaje coincide en todo momento con la del eje, salvo en casos especiales en los que se ha definido una específica.

En el caso de colectores, la determinación de la pendiente viene definida según la pendiente de la rasante de proyecto al igual que las cunetas.

7.1.3. Determinación de la velocidad y el calado

La velocidad y el calado en los elementos de drenaje se obtienen mediante la fórmula de Manning:

$$V = \frac{Q}{A} = 1/n \times I^{1/2} \times R^{2/3}$$

Dónde:

Q = caudal de diseño del elemento de drenaje para T= 25 años (m3/s)

A = sección mojada (m2)

n = coeficiente de rugosidad de Manning (adimensional). Se han adoptado los siguientes valores: Hormigón: n = 0,013 y Encachado de piedra: n = 0,020

R = radio hidráulico (m)

I = pendiente (m/m)

7.1.4. Secciones utilizadas

Para el drenaje del proyecto se han empleado las siguientes secciones tipo:

Cuneta tipo A: Cuneta de hormigón en V simétrica, de 1,00 m de ancho, taludes 3H:1V, y calado máximo de 17 cm. Se proyecta como cuneta tipo a pie de desmonte en los ejes 3, 4, 5 y 11.

Cuneta tipo B: Cuneta de hormigón en V simétrica, de 0,50 m de ancho, taludes 3H:1V, y calado máximo de 8 cm. Se proyecta como cuneta tipo a pie de desmonte en el eje 3.

Cuneta tipo C: Cuneta de sección trapezoidal hormigonada con encachado de piedra, de 1,40 m de ancho total, base de 0,60 m y taludes 1H:1V cuyo calado máximo es de 40 cm. Se proyecta como cuneta tipo a pie de desmonte en el eje 1, 3 y 4.

Cuneta tipo D: Cuneta revestida de hormigón con encachado de piedra con sección en V simétrica, de 1,50 m de ancho total, taludes 3H:1V y calado máximo de 25 cm. Se proyecta como cunetón para dar continuidad a cuentas existentes con gran sección hidráulica.

Sección caños: Tubo de hormigón de diámetro 300 y 400 mm y tubo de P.V.C. de diámetro 315 mm.

Los diferentes elementos de drenaje utilizados para recoger el caudal de escorrentía vienen definidos en los detalles constructivos.

7.1.5. Caudales de diseño de cada elemento

Se presentan a continuación unas tablas con todas las comprobaciones relativas al cálculo del drenaje longitudinal.

Así en la primera tabla se muestra el cálculo de caudales y en la segunda tabla se muestran las características de las superficies de aportación y umbrales de escorrentía.

CÁLCULO DE CAUDALES DE DISEÑO DE LAS CUNETAS (DRENAJE LONGITUDINAL)

Cuneta	PK Inicial	PK final	Eje	Margen	Cuenca	Área	Longitud	Cotas		Pendiente	Caudal de la cuneta (m3/s)	Otras cunetas recogidas	Caudal procedente otras cunetas (m3/s)	Caudal de diseño (m3/s)
					Nº	Ha	km	m	m	m/m				
CUN-1-1	00+300	00+550	Eje - 1	Derecha		0,231	0,2	112	102	0,050	0,058			0,058
CUN-1-2	00+300	00+550	Eje - 1	Izquierda	0						0,000	CT-2-I1	0,006	0,006
CUN-1-3	00+550	00+730	Eje - 1	Derecha		0,40	0,385	112	105,8	0,016	0,102			0,102
CUN-1-4	00+550	00+730	Eje - 1	Izquierda	0						0,000	CT-2-I1	0,006	0,006
CUN-1-5	00+225	00+0	Eje - 1	Derecha		0,18	0,232	105,8	93,25	0,054	0,045			0,045
CUN-2-1	00+105	00+135	Eje - 2	Derecha		0,01	0,03			0,007	0,003			0,003
CUN-2-2	00+5	00+25	Eje - 2	Derecha		0,01	0,02			0,010	0,001			0,001
CUN-4-1	00+290	00+470	Eje - 4	Izquierda	0						0,000	CT-4-I1	0,045	0,045
CUN-4-2	00+0	00+510	Eje - 4	Derecha		0,36	0,51	107	106,8	0,000	0,090			0,090
CUN-5-1	00+140	00+40	Eje - 5	Derecha		0,06	0,107	107,3	106,1	0,011	0,015			0,015
CUN-7-1	00+76	00+0	Eje - 7	Derecha		0,05	0,082	121,1	119,1	0,024	0,013			0,013
CUN-8-1	00+0	00+79	Eje - 8	Derecha		0,05	0,0855	121,118	119,024	0,024	0,013			0,013
CUN-10-1	00+0	00+222	Eje - 10	Derecha		0,10	0,226	126,2	114,3	0,053	0,025			0,025
CUN-10-2	00+0	00+222	Eje - 10	Izquierda	0						0,000	CT-10-D1	0,012	0,012
CUN-10-3	00+222	00+381	Eje - 10	Derecha		0,07	161	119,024	114,3	0,000	0,019	CUN-7-1	0,013	0,032
CUN-10-4	00+222	00+300	Eje - 10	Izquierda	0						0,000	CG-10-I3/CT-10-I1	0,063	0,063
CUN-11-1	00+60	00+140	Eje - 11	Izquierda		0,03	0,286	115	108,5	0,023	0,007			0,007
CUN-12-1	00+0	00+90	Eje - 12	Derecha		0,03	0,0935	118	114,6	0,036	0,008	CUN-8-1	0,013	0,021
CUN-12-1.1	00+90	00+247	Eje - 12	Derecha		0,05	0,195	114,6	103,3	0,058	0,014	CUN-12-1,1/CT-12-D1/CG-8-D1	0,474	0,488
CUN-12-1.2	00+247	00+274	Eje - 12	Derecha	0						0,000	CUN-12-1,2/CG-1-I3/CUN-1-2	0,820	0,820
CUN-12-1.3	00+340	00+390	Eje - 12	Derecha		0,01	0,027	96,3	96	0,011	0,003			0,003
CUN-12-2	00+90	00+160	Eje - 12	Izquierda		0,02	0,073	114,5	102,5	0,164	0,006			0,006
CUN-13-1	00+200	00+317	Eje - 13	Derecha		0,04	0,12	115	102	0,108	0,010			0,010
CUN-13-2	00+145	00+200	Eje - 13	Izquierda		0,03	0,067	117,6	115	0,039	0,008			0,008
CUN-14-1	00+65	00+271	Eje - 14	Derecha		0,07	0,726	114	107	0,010	0,018			0,018
CUN-15-1	-00+15	00+120	Eje - 15	Derecha		0,05	140	117,6	114,3	0,000	0,012			0,012
CUN-16-1	00+120	00+281	Eje - 16	Izquierda		0,05	0,165	114,6	110	0,028	0,013			0,013
CUN-16-2	00+281	00+550	Eje - 16	Derecha		0,14	0,31	114,75	111,25	0,011	0,035			0,035
CUN-17-1	00+0	00+100	Eje - 17	Derecha		0,03	0,103	109,45	105,789	0,036	0,008			0,008
CUN-21-1	00+30	00+80	Eje - 21	Derecha		0,02	0,055	105,84	105,31	0,010	0,004			0,004
CT-1-D1	00+120	00+175	Eje - 1	Derecha		0,01	0,09	96,5	93,9	0,029	0,002			0,002
CT-1-D2	00+175	00+220	Eje - 1	Derecha		0,01	0,03	98,3	96,7	0,053	0,003			0,003
CT-16-D1	00+40	00+120	Eje - 16	Derecha		0,05	0,06	105,65	102,89	0,046	0,012			0,012

CT-16-D2	00+120	00+280	Eje - 16	Derecha		0,33	0,2	109,7	107,3	0,012	0,083			0,083
CT-16-D3	00+280	00+350	Eje - 16	Derecha		0,04	0,115	114,13	108,13	0,052	0,010			0,010
CT-16-D4	00+330	00+350	Eje - 16	Derecha		0,01	0,034	114,8	108,13	0,196	0,001			0,001
CT-1-I1	00+120	00+150	Eje - 1	Izquierda		0,00	0,029	96,2	94,762	0,050	0,001			0,001
CT-1-I2	00+215	00+240	Eje - 1	Izquierda		0,01	0,025	98,8	98,26	0,022	0,002	CG-1-I2	0,224	0,226
CT-1-I3	00+240	00+275	Eje - 1	Izquierda	A.3	1,30	0,255	127	103	0,094	0,327	CUN-12-1.2	0,820	1,147
CT-12-D1	00+10	00+90	Eje - 12	Derecha	A.6	0,60	0,257	127	115	0,047	0,151	CG-8-D1	0,151	0,302
CT-7-I1	00+5	-00+70	Eje - 7	Izquierda	B.1	1,66	0,482	137	115	0,046	0,418	CG-7-I1	0,418	0,835
CT-10-D1	00+0	00+60	Eje - 10	Derecha		0,05	0,116	125,4	118,91	0,056	0,012			0,012
CT-10-D2	00+222	00+325	Eje - 10	Derecha		0,06	0,12	120	111,5	0,071	0,015	B.1 / T.6	0,565	0,581
CT-10-I1	00+250	00+265	Eje - 10	Izquierda		0,02	0,034	113	111,3	0,050	0,005			0,005
CT-11-D1	00+80	00+120	Eje - 11	Derecha		0,02	0,126	114	110,4	0,029	0,005	CT-10-I1	0,005	0,009
CT-11-I1	00+65	00+220	Eje - 11	Izquierda		0,06	0,106	117,86	109,5	0,079	0,015			0,015
CT-2-I1	00+115	00+240	Eje - 2	Izquierda		0,06	0,025	118	112	0,240	0,006			0,006
CT-17-I1	-00+20	00+65	Eje - 17	Izquierda		0,01	0,07	107	104,65	0,034	0,003			0,003
CT-17-D1	00+20	00+100	Eje - 17	Derecha	D.3	0,11	0,12	106	103,5	0,021	0,028			0,028
CT-4-I1	00+300	00+465	Eje - 4	Izquierda	D.2	0,18	0,19	106	103,5	0,013	0,045			0,045
CT-4-D1	00+0	00+80	Eje - 4	Derecha		0,03	0,06	115	104,4	0,177	0,008			0,008
CT-4-D2	00+80	00+150	Eje - 4	Derecha		0,03	0,054	110,28	104,4	0,109	0,008			0,008
CT-4-D3	00+160	00+250	Eje - 4	Derecha		0,01	0,094	109,13	107,86	0,014	0,002			0,002
CT-20-D1	00+20	-00+5	Eje - 20	Derecha		0,01	0,017	105,45	104,1	0,079	0,003			0,003
CG-1-I1	00+150	00+175	Eje - 1	Izquierda	A.1	1,91	0,24	121	98	0,096	0,482			0,482
CG-1-I2	00+175	00+230	Eje - 1	Izquierda	A.2	0,89	0,221	122	100	0,100	0,224			0,224
CG-1-I3	00+290	00+390	Eje - 1	Izquierda	A.4	1,49	0,311	128	104	0,077	0,375			0,375
CG-1-I4	00+390	00+465	Eje - 1	Izquierda	A.5	0,92	0,286	128	115	0,045	0,233			0,233
CG-8-D1	00+0	00+80	Eje - 8	Derecha	A.6	0,60	0,257	127	115	0,047	0,151			0,151
CG-7-I1	00+5	00+76	Eje - 7	Izquierda	B.1	1,66	0,482	137	115	0,046	0,418			0,418
CG-10-I1	00+150	00+222	Eje - 10	Izquierda	B.4	0,24	0,16	123	115	0,050	0,060			0,060
CG-10-I2	00+222	00+240	Eje - 10	Izquierda	B.5	0,21	0,14	123	115	0,057	0,053			0,053
CG-10-I3	00+240	00+255	Eje - 10	Izquierda	B.6	0,23	0,15	123	115	0,053	0,058			0,058
CG-15-I1	00+120	00+173	Eje - 15	Izquierda	C.2	0,97	0,207	126	103	0,111	0,243			0,243

SUPERFICIES DE APORTACION DE LAS CUNETAS DE PROYECTO

Nº	Ha	km	Cotas		Longitud m	Pendiente m/m	Tiempo de Concentración		KA	Pd (mm)	I1/d	I	Po	C	Caudal de diseño
			m	m			horas	min				(mm/h)	(mm)		(m3/s)
A.1	1,91	0,24	121	98	23	0,096	0,158	9,50	1,00	116,545	4,86	89,74	2,00	0,997	0,482
A.2	0,89	0,221	122	100	22	0,100	0,148	8,86	1,00	116,545	4,86	89,74	2,00	0,997	0,224
A.3	1,30	0,255	127	103	24	0,094	0,166	9,98	1,00	116,545	4,86	89,74	2,00	0,997	0,327
A.4	1,49	0,311	128	104	24	0,077	0,201	12,05	1,00	116,545	4,86	89,74	2,00	0,997	0,375
A.5	0,92	0,286	128	115	13	0,045	0,208	12,51	1,00	116,545	4,86	89,74	2,00	0,997	0,233
A.6	1,20	0,257	127	115	12	0,047	0,191	11,47	1,00	116,545	4,86	89,74	2,00	0,997	0,302
B.1	2,32	0,482	137	115	22	0,046	0,310	18,58	1,00	116,545	4,86	89,74	2,00	0,997	0,583
B.2	1,50	0,502	137	111,25	25,75	0,051	0,312	18,75	1,00	116,545	4,86	89,74	2,00	0,997	0,377
B.3	2,17	0,55	137	111,25	25,75	0,047	0,341	20,44	1,00	116,545	4,86	89,74	2,00	0,997	0,546
B.4	0,52	0,15	123	115	8	0,053	0,124	7,43	1,00	116,545	4,86	89,74	2,00	0,997	0,132
C.1	1,82	0,281	123	105	18	0,064	0,193	11,56	1,00	116,545	4,86	89,74	2,00	0,997	0,458
C.2	0,97	0,207	126	103	23	0,111	0,138	8,25	1,00	116,545	4,86	89,74	2,00	0,997	0,243
D.1	0,19	0,19	107	105	2	0,011	0,202	12,10	1,00	116,545	4,86	89,74	2,00	0,997	0,048
D.2	0,18	0,19	106	103,5	2,5	0,013	0,193	11,60	1,00	116,545	4,86	89,74	2,00	0,997	0,045
D.3	0,11	0,12	106	103,5	2,5	0,021	0,125	7,50	1,00	116,545	4,86	89,74	2,00	0,997	0,028

7.2. Criterios de dimensionamiento

El drenaje longitudinal se resuelve mediante cunetas dispuestas en diferentes posiciones de la sección, según el trazado en planta y alzado de cada tramo.

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

El resguardo mínimo considerado en todos los casos es de 0,05 metros, tal y como indica la Instrucción 5.2.IC.

Los tramos de cunetas que lo requieran llevarán un colector al que desaguarán mediante arquetas cada 50 metros (máximo 75 metros) para facilitar su mantenimiento.

Se adjunta a continuación una estimación de cálculo de las cunetas de guarda según la cuenca y pendiente, quedando verificada la existencia de diferencia de cotas para una correcta evacuación del agua de escorrentía.

ELECCIÓN DE TIPO DE CUNETA POR TRAMO

					Caudal de diseño (m3/s)	Pendiente Cuneta	Tipo de Cuneta	Caudal soportado por la cuneta
Cuneta	PK Inicial	PK final	Eje	Margen		%		m3/s
CUN-1-1	+300	+550	Eje - 1	Derecha	0,058	5,000	B	0,074
CUN-1-2	+300	+550	Eje - 1	Izquierda	0,006	5,000	B	0,074
CUN-1-3	+550	+730	Eje - 1	Derecha	0,102	1,610	A	0,295
CUN-1-4	+550	+730	Eje - 1	Izquierda	0,006	1,610	B	0,042
CUN-1-5	+225	+0	Eje - 1	Derecha	0,045	1,570	A	0,291
CUN-2-1	+105	+135	Eje - 2	Derecha	0,003	2,300	B	0,050
CUN-2-2	+5	+25	Eje - 2	Derecha	0,001	2,250	B	0,050
CUN-4-1	+290	+470	Eje - 4	Izquierda	0,045	1,030	A	0,236
CUN-4-2	+0	+510	Eje - 4	Derecha	0,090	1,120	A	0,246
CUN-5-1	+140	+40	Eje - 5	Derecha	0,015	2,180	B	0,049
CUN-7-1	+76	+0	Eje - 7	Derecha	0,013	3,009	B	0,057
CUN-8-1	+0	+79	Eje - 8	Derecha	0,013	3,053	B	0,058
CUN-10-1	+0	+222	Eje - 10	Derecha	0,025	5,210	B	0,076
CUN-10-2	+0	+222	Eje - 10	Izquierda	0,012	4,870	B	0,073
CUN-10-3	+222	+381	Eje - 10	Derecha	0,032	3,010	B	0,057
CUN-10-4	+222	+300	Eje - 10	Izquierda	0,063	1,450	A	0,280
CUN-11-1	+60	+140	Eje - 11	Izquierda	0,007	4,860	B	0,073
CUN-12-1	+0	+90	Eje - 12	Derecha	0,021	3,770	B	0,064
CUN-12-1.1	+90	+247	Eje - 12	Derecha	0,488	7,190	A	0,624
CUN-12-1.2	+247	+274	Eje - 12	Derecha	0,820	5,710	D	1,586
CUN-12-1.3	+340	+390	Eje - 12	Derecha	0,003	1,000	B	0,033
CUN-12-2	+90	+160	Eje - 12	Izquierda	0,006	7,180	B	0,089
CUN-13-1	+200	+317	Eje - 13	Derecha	0,010	4,650	B	0,071
CUN-13-2	+145	+200	Eje - 13	Izquierda	0,008	4,630	B	0,071
CUN-14-1	+65	+271	Eje - 14	Derecha	0,018	4,360	B	0,069
CUN-15-1	++15	+120	Eje - 15	Derecha	0,012	3,010	B	0,057
CUN-16-1	+120	+281	Eje - 16	Izquierda	0,013	2,670	B	0,054
CUN-16-1	+281	+550	Eje - 16	Izquierda	0,035	1,380	B	0,039
CUN-17-1	+0	+100	Eje - 17	Derecha	0,008	4,320	B	0,069
CUN-18-1	++60	+88	Eje - 18	Derecha	0,050	1,550	A	0,289

CUN-19-1	+0	+60	Eje - 19	Derecha	0,010	0,500	B	0,023
CUN-21-1	+30	+80	Eje - 21	Derecha	0,004	1,020	B	0,033
CT-1-D1	+120	+175	Eje - 1	Derecha	0,002	4,670	B	0,072
CT-1-D2	+175	+220	Eje - 1	Derecha	0,003	5,330	B	0,077
CT-16-D1	+40	+120	Eje - 16	Derecha	0,012	4,600	B	0,071
CT-16-D2	+120	+280	Eje - 16	Derecha	0,083	3,480	A	0,434
CT-16-D3	+280	+350	Eje - 16	Derecha	0,010	2,780	B	0,055
CT-16-D4	+330	+350	Eje - 16	Derecha	0,001	19,600	B	0,147
CT-1-I1	+120	+150	Eje - 1	Izquierda	0,001	7,500	B	0,091
CT-1-I2	+215	+240	Eje - 1	Izquierda	0,226	2,600	A	0,375
CT-1-I3	+240	+275	Eje - 1	Izquierda	1,147	8,680	D	1,955
CT-12-D1	+10	+90	Eje - 12	Derecha	0,302	4,790	A	0,509
CT-7-I1	+5	-+70	Eje - 7	Izquierda	0,835	13,775	A	0,863
CT-10-D1	+0	+60	Eje - 10	Derecha	0,012	5,590	B	0,078
CT-10-D2	+222	+325	Eje - 10	Derecha	0,581	2,920	A	0,397
CT-10-I1	+250	+265	Eje - 10	Izquierda	0,005	7,230	B	0,089
CT-11-D1	+80	+120	Eje - 11	Derecha	0,009	2,360	B	0,051
CT-11-I1	+65	+220	Eje - 11	Izquierda	0,015	3,210	B	0,059
CT-2-I1	+115	+240	Eje - 2	Izquierda	0,006	2,040	B	0,047
CT-17-I1	-+20	+65	Eje - 17	Izquierda	0,003	3,130	B	0,059
CT-17-D1	+20	+100	Eje - 17	Derecha	0,028	3,606	B	0,063
CT-4-I1	+300	+465	Eje - 4	Izquierda	0,045	0,984	B	0,033
CT-4-D1	+0	+80	Eje - 4	Derecha	0,008	18,480	B	0,142
CT-4-D2	+80	+150	Eje - 4	Derecha	0,008	10,800	B	0,109
CT-4-D3	+160	+250	Eje - 4	Derecha	0,002	14,200	B	0,125
CT-20-D1	+20	-+5	Eje - 20	Derecha	0,003	7,900	B	0,093
CG-1-I1	+150	+175	Eje - 1	Izquierda	0,482	8,420	A	0,675
CG-1-I2	+175	+230	Eje - 1	Izquierda	0,224	6,850	A	0,609
CG-1-I3	+290	+390	Eje - 1	Izquierda	0,375	10,003	A	0,735
CG-1-I4	+390	+465	Eje - 1	Izquierda	0,233	1,840	A	0,315
CG-8-D1	+0	+80	Eje - 8	Derecha	0,151	7,750	A	0,647
CG-7-I1	+5	+76	Eje - 7	Izquierda	0,418	6,104	A	0,574
CG-10-I1	+150	+222	Eje - 10	Izquierda	0,060	19,430	B	0,146
CG-10-I2	+222	+240	Eje - 10	Izquierda	0,053	15,500	B	0,130
CG-10-I3	+240	+255	Eje - 10	Izquierda	0,058	17,500	B	0,139
CG-15-I1	+120	+173	Eje - 15	Izquierda	0,243	16,610	A	0,948

8. OBRAS DE DREANJE TRANSVERSAL

Los aspectos hidráulicos y medioambientales tenidos en cuenta en el diseño de las obras de drenaje transversal:

- Las transiciones entre las nuevas obras de fábrica y los cauces naturales se realizan de forma suave y sin quiebros.
- A la salida de las obras de drenaje y en la confluencia con los cursos naturales se diseñarán sistemas de amortiguación y de disipación de la energía que no solo controlen la erosión, sino que favorezcan la recuperación paisajística de la zona.

El período de retorno seleccionado para el cálculo de las obras de drenaje transversal es de 100 años.

8.1. Criterios de dimensionamiento

Los colectores se han calculado de modo que el agua circule por su interior en lámina libre, con un calado máximo menor al 75% de la altura, y a una velocidad menor de 4,5 m/seg (excepcionalmente se han admitido velocidades de hasta 6 m/s).

El dimensionamiento de las obras de drenaje transversal de nueva construcción se ha realizado asumiendo una pendiente mínima del 1%.

Para las obras de drenaje existentes se ha podido verificar que la sección y pendientes existentes cumplen los requisitos para los futuros caudales de diseño.

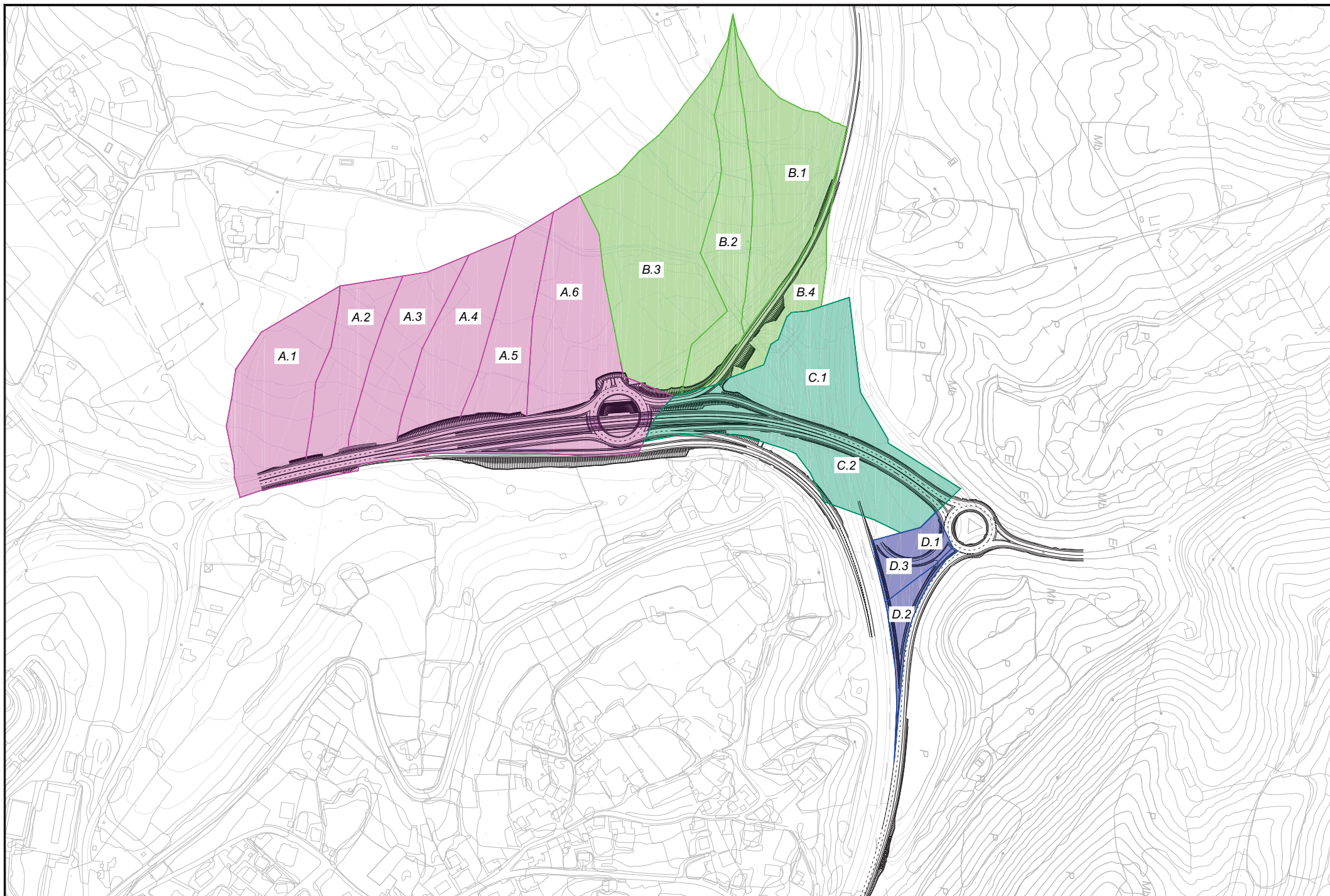
SECCIONES DE OBRAS DE DRENAJE TRANSVERSAL.

Drenaje transversal	Existente/ Nueva	Eje	Dirección	cunetas recogidas	Caudal de diseño (m ³ /s)	Pendiente (%)	Diámetro (mm)	Caudal desaguado por la conducción (m ³ /s)
T-1	Existente	1	O-E	CT-1-I3/CT-1-I2	1,784	2,74	H 800	1,897
T-2	Nueva	13/19	O-E	CUN-16-1	0,017	25,20	PVC 315	0,553
T-3	Nueva	12	N-S	CUN-1-1 / CUN-12-2	0,083	3,87	PVC 315	0,217
T-4	Nueva	13	N-S	CUN-1-2 / CUN-13-2	0,018	6,72	PVC 315	0,286
T-5	Existente	11/1/14/15/16	O-E	CT-10-D2 / CT-7-I1	1,839	1,62	H 1.300	5,324
T-6	Nueva	10	N-S	CUN-10-2/CUN-10-4/CG10-I1,2	0,244	4,27	PVC 400	0,430
T-7	Nueva	1	S-E	CUN-11-1 / CT-11-I1 / CUN-1-2	0,036	1,05	PVC 315	0,113
T-8	Existente	1	E-S	CT-17-I1 / CUN-17-1 / CUN-14-1 / T-10	0,160	1,00	H 1.000	2,078
T-9	Existente	1	E-O	CUN-21-1	0,005	0,33	H 400	0,104
T-10	Ampliación Ø	1	E-O	T-9/T-12	0,122	0,12	PVC 500	0,132
T-11	Nueva	17	O-E	CT-17-D1 / CT-4-I1	0,095	1,90	PVC 315	0,152
T-12	Nueva	3	N-S	CUN-4-2	0,117	1,89	PVC 400	0,286

* Pendiente de comprobación en campo

Cabe destacar la obra de drenaje transversal existente T-10 que al ver ampliado su caudal requiere una ampliación de diámetro. Para el resto de obras de drenaje transversal, se verifica que tanto las nuevas obras de drenaje proyectadas como las existentes cumplen los diámetros y pendientes mínimas requeridas.

9. PLANO DE CUENCAS



PROIEKTUAREN ZUZENDARIA
DIRECTOR DEL PROYECTO:
Bide, Ubieta eta Portuekako Ingeniaritza,
El Ing. De Caminos Canales y Puertos.
JOSÉ MARÍA GAINZA URRUTIA

Bizkaia
EUSKADIKO INJENIERIA
BIZKAIA
TEKNOLOGIAK

AHOLKULARIA:
CONSULTOR:
Bide, Ubieta eta Portuekako Ingeniaritza,
El Ing. De Caminos Canales y Puertos.
Colegiado nº - 17.153
AZUCENA MARQUEZ LOPEZ

LKS

GP/REF.:
16502306.4
DATA / FECHA:
FEBRERO/2018

ESKALA ORIGINALA:
ESCALA ORIGINAL
DIN-A1
1:2.000

0 20 40 60 80 100

ESKALA GRAFIKOA
ESCALA GRAFICA

PROIEKTUAREN IZENBURUA
TITULO DEL PROYECTO

PROYECTO DE TRAZADO
DEL ACCESO AL CAMPUS DEL PARQUE TECNOLÓGICO DE
EZKERRALDEA/MEATZALDEA.

PLANOAREN IZENBURUA
TITULO DEL PLANO

ANEJO 7.- CLIMATOLOGÍA, HIDROLOGÍA Y DRENAJE
CUENCAS

PLANO-ZK / N. PLANO
A.7

ORRIA / HOJA
1 Sigue 1