

INDICE GENERAL

	Pág.
1. INTRODUCCION .....	3
2. CLIMATOLOGIA .....	3
2.1. INTRODUCCION .....	3
2.2. ESTACIONES METEOROLÓGICAS .....	4
2.3. DATOS DE ESTACIONES METEOROLÓGICAS .....	4
2.4. CLASIFICACIÓN CLIMÁTICA .....	9
2.5. CÁLCULO DE DIAS TRABAJABLES .....	10
3. HIDROLOGÍA .....	15
3.1. INTRODUCCION .....	15
3.2. PERIODOS DE RETORNO CONSIDERADOS .....	16
3.3. ESTUDIO DE PRECIPITACIONES .....	16
3.4. CUENCAS .....	17
3.5. CÁLCULO DE CAUDALES. MÉTODO HIDROMETEOROLÓGICO .....	17
APENDICE 1: PLANOS DE CUENCAS VERTIENTES .....	20
APENDICE 2: DATOS FISICOS DE CUENCAS .....	23
APENDICE 3: CALCULO DE CAUDALES .....	25



## 1. INTRODUCCION

El presente anejo tiene por objeto definir los aspectos climatológicos, hidrológicos y el sistema de drenaje del Proyecto de Trazado e Impacto Ambiental CONEXION CG 1.5 EN SAMPAIO – PORTOBRAVO CLAVE: AC/12/031.01 garantizando la continuidad y homogeneidad de los resultados.

En este contexto general, 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 de diseño del drenaje longitudinal y transversal de la nueva variante; es decir, se trata de actividades relacionadas con la caracterización hidrológica de las cuencas vertientes cruzadas por la plataforma, así como de aquellas variables y fenómenos que intervienen -al menos conceptualmente-, en el desarrollo del proceso precipitación-escorrentía en situaciones de avenidas extremas.

También se incluye la revisión cuantitativa y cualitativa de los datos que son necesarios para determinar el clima imperante en la zona por donde discurrirá la nueva Autovía; esta caracterización debe ser tal que permita, en su momento, elaborar el Plan de las Obras y, en consecuencia, prever, en lo posible, las eventualidades climatológicas que pudieran incidir en el mismo: días de lluvia, heladas, probabilidad de temperaturas extremas, etc.

En lo que sigue se describen las actividades y análisis que se han desarrollado , agrupándolas en dos apartados según el objetivo al que están destinadas:

- ✓ Estudio climático, tendente a la caracterización de la zona del proyecto. Se analizan, pues, datos medios de lluvia, temperatura, humedad, etc, así como otras circunstancias tales como días de lluvia y temperaturas extremas máximas y mínimas, y los días aprovechables para ejecución de obra.
- ✓ Estudio hidrológico. En realidad se trata de un estudio de crecidas extremas por lo que los datos que interesan se refieren a valores máximos de la precipitación, amén de los relacionados con los procesos que gobiernan el proceso precipitación - escorrentía, tales como infiltración, retención, etc.

Los datos necesarios para la obtención de la lluvia de diseño han sido suministrados por la red de estaciones meteorológicas de la Agencia Estatal de Meteorología (AEMET). y por METEOGALICIA (UNID. DE OBSERV. E PREDICC. METEOROLÓGICA)

## 2. CLIMATOLOGIA

### 2.1. INTRODUCCION

El objetivo fundamental de los estudios y análisis que se desarrollan a continuación es caracterizar el ámbito territorial desde el punto de vista climático a fin de aportar información necesaria para los estudios medioambientales que deben desarrollarse, a la vez que se calculan datos relevantes para poder definir el Plan de las Obras.

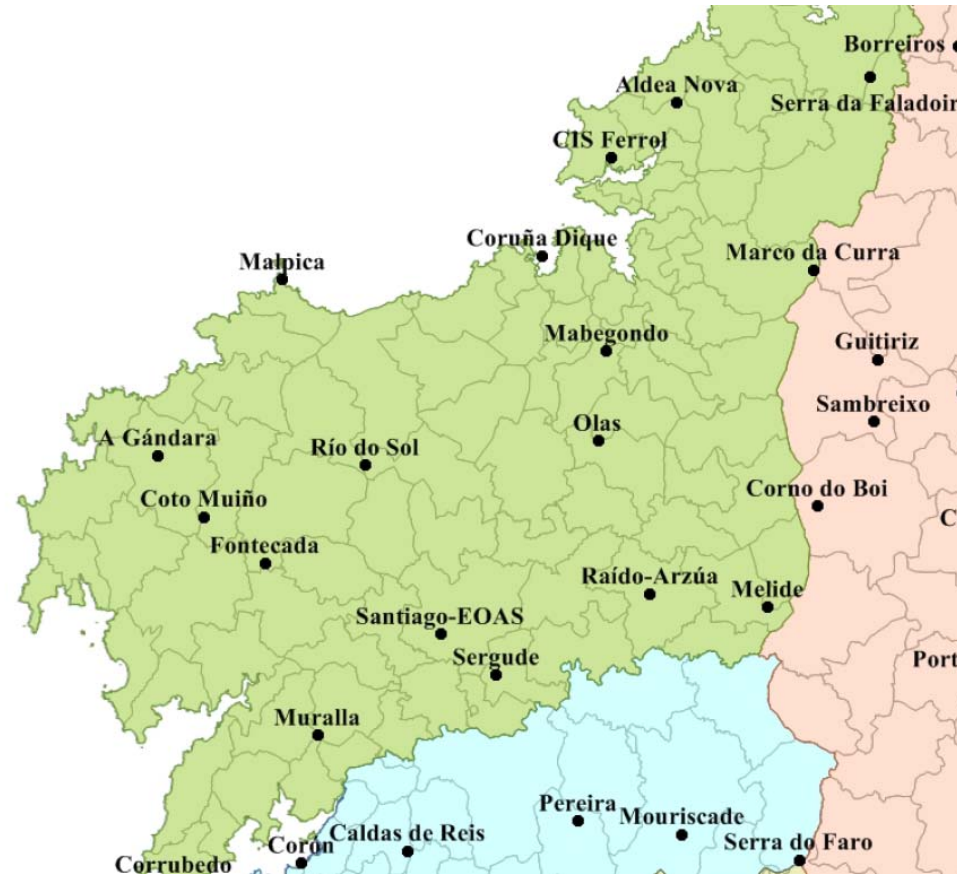
Para la realización de los estudios que se describen posteriormente se han considerado los datos correspondientes a aquellas estaciones meteorológicas que se encuentran en el entorno inmediato de la traza de la actuación.

El alcance de este proyecto será analizar los siguientes aspectos relacionados con la climatología:

- Características climáticas generales.
- Clasificación climática.
- Días aprovechables para la ejecución de las obras.

## 2.2. ESTACIONES METEOROLÓGICAS

Para la caracterización climática de la zona objeto del presente proyecto se han elegido como fuente de información las estaciones meteorológicas ubicadas en el área. Para ello se seleccionaron un total de 3 estaciones:



ESTACIÓN MURALLA

ESTACIÓN FONTECADA

ESTACIÓN SANTIAGO-EOAS

## 2.3. DATOS DE ESTACIONES METEOROLÓGICAS

Las variables analizadas para la caracterización climatológica han sido:

- Temperaturas máximas y mínimas.
- Temperaturas medias de máximas y mínimas
- Precipitaciones medias
- Precipitaciones máximas en 1 día.
- Días de lluvia
- Días de helada
- Días de nieve

### DATOS TÉRMICOS

#### TEMPERATURAS MÁXIMAS

	MURALLA	FONTECADA	SANTIAGO-EOAS
<b>ENERO</b>	19,8	18,8	19,7
<b>FEBRERO</b>	23,6	22,3	19,3
<b>MARZO</b>	27,7	26,9	23,7
<b>ABRIL</b>	29,6	28,6	25,8
<b>MAYO</b>	33,6	32	29,6
<b>JUNIO</b>	35,6	32,1	30
<b>JULIO</b>	37,9	37,8	35,3
<b>AGOSTO</b>	38,7	38,3	32,7
<b>SEPTIEMBRE</b>	38	38,2	35,2
<b>OCTUBRE</b>	30,2	28,2	25,7
<b>NOVIEMBRE</b>	25,1	23,9	22,3
<b>DICIEMBRE</b>	20,7	22	20,2

TEMPERATURAS MÍNIMAS

	MURALLA	FONTECADA	SANTIAGO- EOAS
ENERO	-3,5	-1,7	-4,2
FEBRERO	-2,7	-0,6	-4,2
MARZO	-1,8	0,2	-3
ABRIL	-0,4	3,1	0,4
MAYO	3	3,8	0,5
JUNIO	5,9	8,6	5,2
JULIO	7	9,9	7
AGOSTO	7,7	10	6,8
SEPTIEMBRE	6,7	8,6	5,9
OCTUBRE	-0,2	4,3	2,5
NOVIEMBRE	-2	0	-3
DICIEMBRE	-4,7	-1,8	-5,3

TEMPERATURA MEDIA DE LAS MÍNIMAS

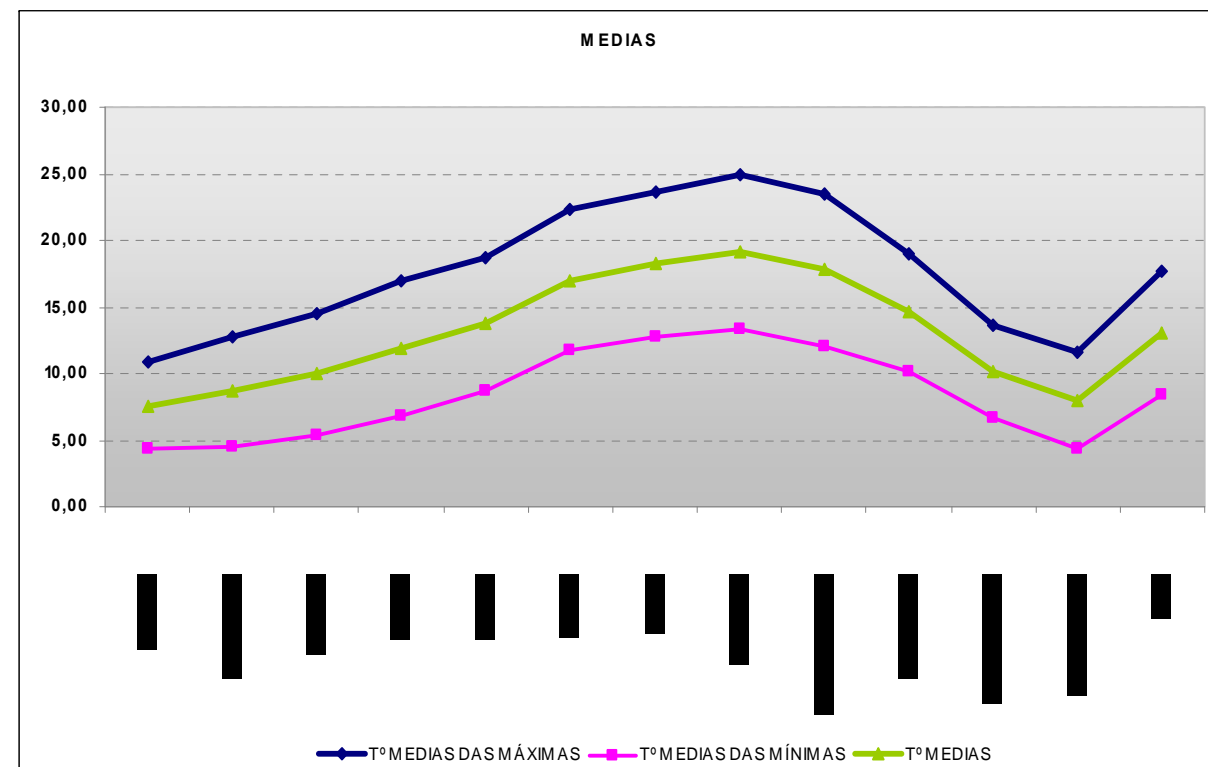
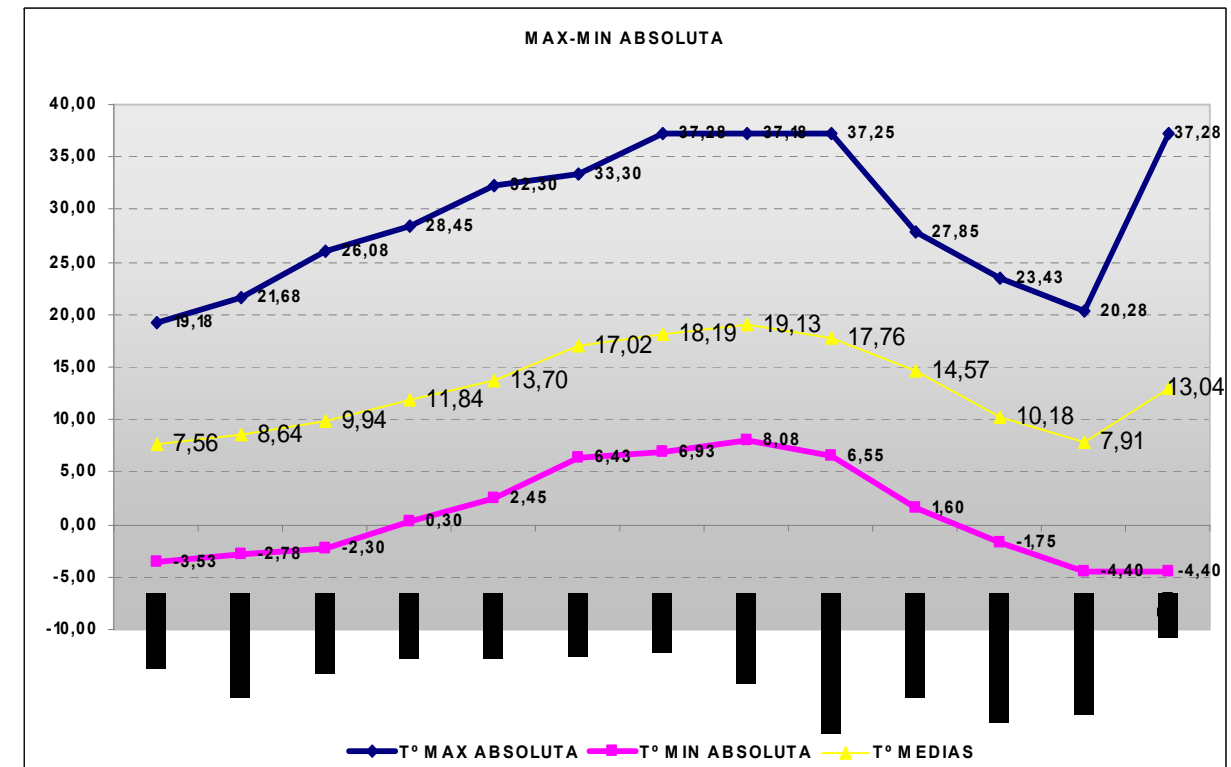
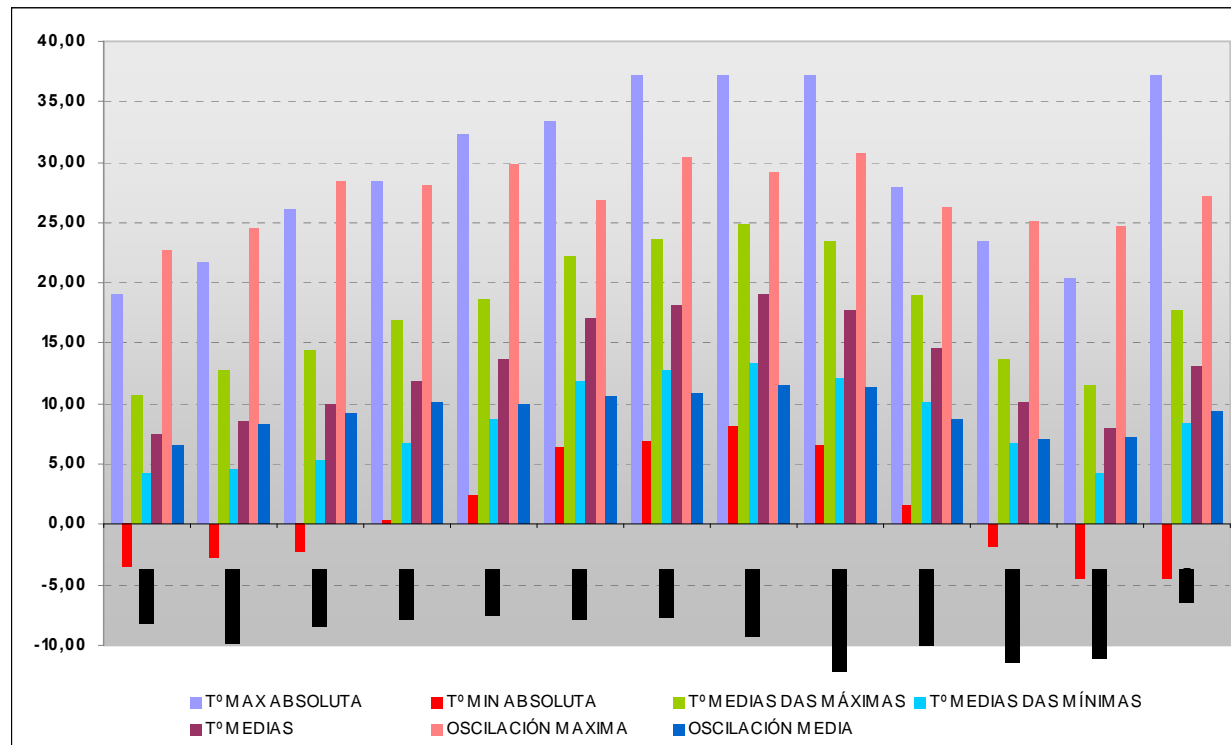
	MURALLA	FONTECADA	SANTIAGO- EOAS
ENERO	4,29	6,03	2,82
FEBRERO	4,55	6,30	3,10
MARZO	5,81	6,08	3,96
ABRIL	6,90	8,03	5,70
MAYO	8,87	10,05	7,38
JUNIO	11,91	12,70	10,48
JULIO	13,09	13,75	11,46
AGOSTO	13,90	14,18	12,08
SEPTIEMBRE	12,08	13,12	11,14
OCTUBRE	10,40	11,48	8,98
NOVIEMBRE	6,74	8,14	5,53
DICIEMBRE	4,20	5,66	2,78

TEMPERATURA MEDIA DE LAS MÁXIMAS

	MURALLA	FONTECADA	SANTIAGO- EOAS
ENERO	12,10	11,75	8,34
FEBRERO	13,98	14,03	10,38
MARZO	15,96	15,45	11,68
ABRIL	18,26	18,20	14,88
MAYO	19,63	19,60	16,28
JUNIO	23,19	22,70	20,08
JULIO	24,59	24,25	21,83
AGOSTO	26,28	25,70	22,75
SEPTIEMBRE	24,76	24,26	21,48
OCTUBRE	20,33	20,08	17,10
NOVIEMBRE	14,79	14,88	11,53
DICIEMBRE	12,71	12,64	9,28

RESUMEN DE DATOS TÉRMICOS

	ENE.	FEB.	MAR.	ABR.	MAY.	JUN.	JUL.	AGO.	SEPT.	OCT.	NOV.	DIC.	AÑO
Tº MAX ABSOLUTA	19,18	21,68	26,08	28,45	32,30	33,30	37,28	37,18	37,25	27,85	23,43	20,28	37,28
Tº MIN ABSOLUTA	-3,53	-2,78	-2,30	0,30	2,45	6,43	6,93	8,08	6,55	1,60	-1,75	-4,40	-4,40
Tº MEDIAS DAS MÁXIMAS	10,80	12,77	14,51	16,93	18,67	22,27	23,61	24,86	23,45	18,97	13,69	11,53	17,67
Tº MEDIAS DAS MÍNIMAS	4,31	4,51	5,36	6,74	8,73	11,76	12,77	13,39	12,07	10,17	6,68	4,30	8,40
Tº MEDIAS	7,56	8,64	9,94	11,84	13,70	17,02	18,19	19,13	17,76	14,57	10,18	7,91	13,04
OSCILACIÓN MAXIMA	22,70	24,45	28,38	28,15	29,85	26,88	30,35	29,10	30,70	26,25	25,18	24,68	27,22
OSCILACIÓN MEDIA	6,49	8,26	9,15	10,19	9,94	10,51	10,84	11,47	11,38	8,80	7,02	7,23	9,27



Se puede observar que el régimen térmico de la zona se caracteriza por temperaturas suaves, con una temperatura media anual de 13 ° C. Se trata de un clima Oceánico hiperhúmedo, con una ligera continentalización debido a las montañas que rodean la zona.





La diferencia media entre el mes más frío (Enero Diciembre) y el más caluroso (Agosto) no llega a los 12° C, y la oscilación térmica anual, entendida esta como la diferencias entre la media de las máximas del mes más cálido y media del mes más frío, es de 14,06 °C. Por ultimo mencionar que los valores de primavera y otoño presentan valores similares entre si, con mínimas comprendidas entre (-4°C - y 2°C) y máximas entre (20°C-32°C).

DATOS PLUVIOMÉTRICOS

DATOS DE PRECIPITACIONES MEDIAS

	MURALLA	FONTECADA	SANTIAGO- EOAS
ENERO	142,33	212,25	182,88
FEBRERO	187,25	174,88	170,30
MARZO	146,30	88,00	146,14
ABRIL	376,45	108,35	95,92
MAYO	205,60	101,58	96,40
JUNIO	93,31	96,08	88,92
JULIO	45,31	69,20	41,28
AGOSTO	141,57	34,00	36,20
SEPTIEMBRE	126,58	56,44	24,58
OCTUBRE	356,26	205,28	189,22
NOVIEMBRE	577,56	234,54	186,64
DICIEMBRE	164,19	211,62	215,26

DATOS DE PRECIPITACIONES MÁXIMAS ( 24 HORAS).

	MURALLA	FONTECADA	SANTIAGO- EOAS
ENERO	43,9	55,2	63,6
FEBRERO	47,8	73,7	95,3
MARZO	52,5	31,7	43
ABRIL	38,9	39,2	29,8
MAYO	52,2	25,5	32
JUNIO	30,1	46,8	50,8
JULIO	58,5	75,3	36,5
AGOSTO	16,8	23	22,9
SEPTIEMBRE	23,6	35,6	24,5
OCTUBRE	72,4	61,7	86,3
NOVIEMBRE	72	127	55,8
DICIEMBRE	50,2	77,4	67,7

DÍAS DE LLUVIA

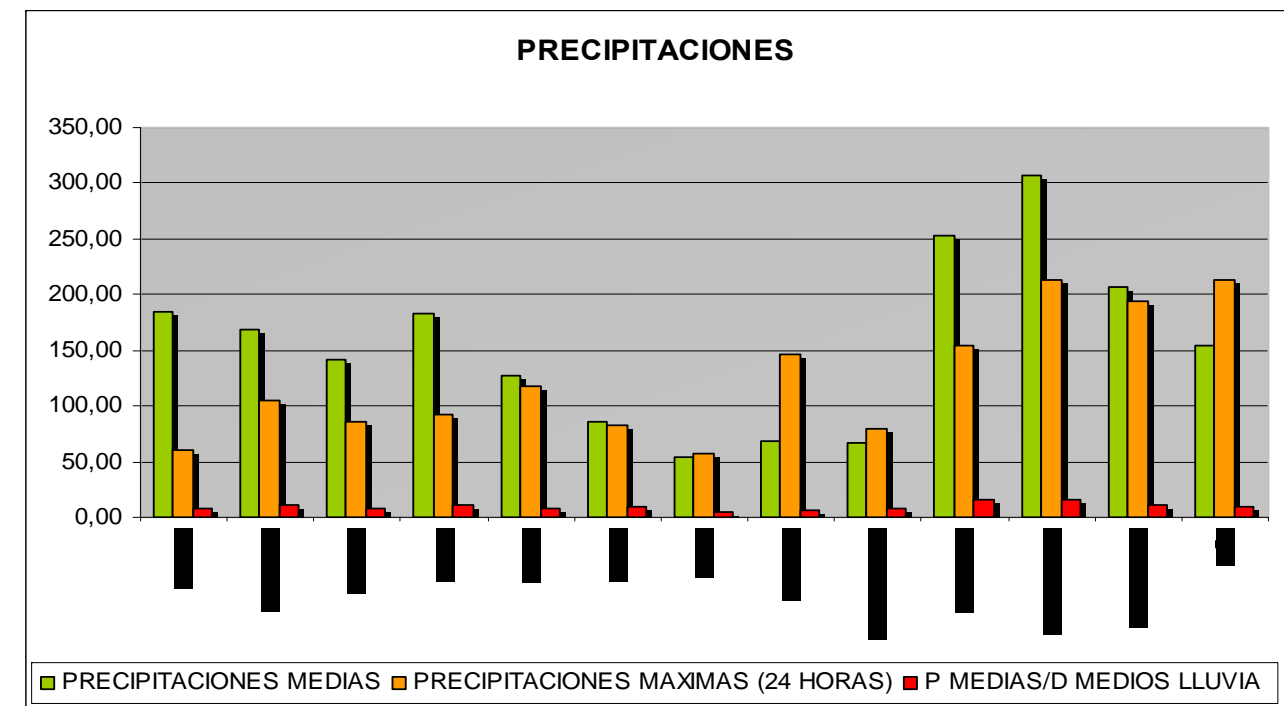
	MURALLA	FONTECADA	SANTIAGO- EOAS
ENERO	22,14	22,25	24,00
FEBRERO	16,00	16,00	17,20
MARZO	16,00	13,50	19,80
ABRIL	17,38	16,50	20,20
MAYO	15,38	15,25	18,00
JUNIO	8,13	10,25	10,80
JULIO	9,57	11,75	12,60
AGOSTO	7,56	7,75	12,20
SEPTIEMBRE	9,00	9,00	8,00
OCTUBRE	15,38	13,80	15,40
NOVIEMBRE	21,00	19,20	19,80
DICIEMBRE	20,00	18,20	19,00

DÍAS DE HELADA

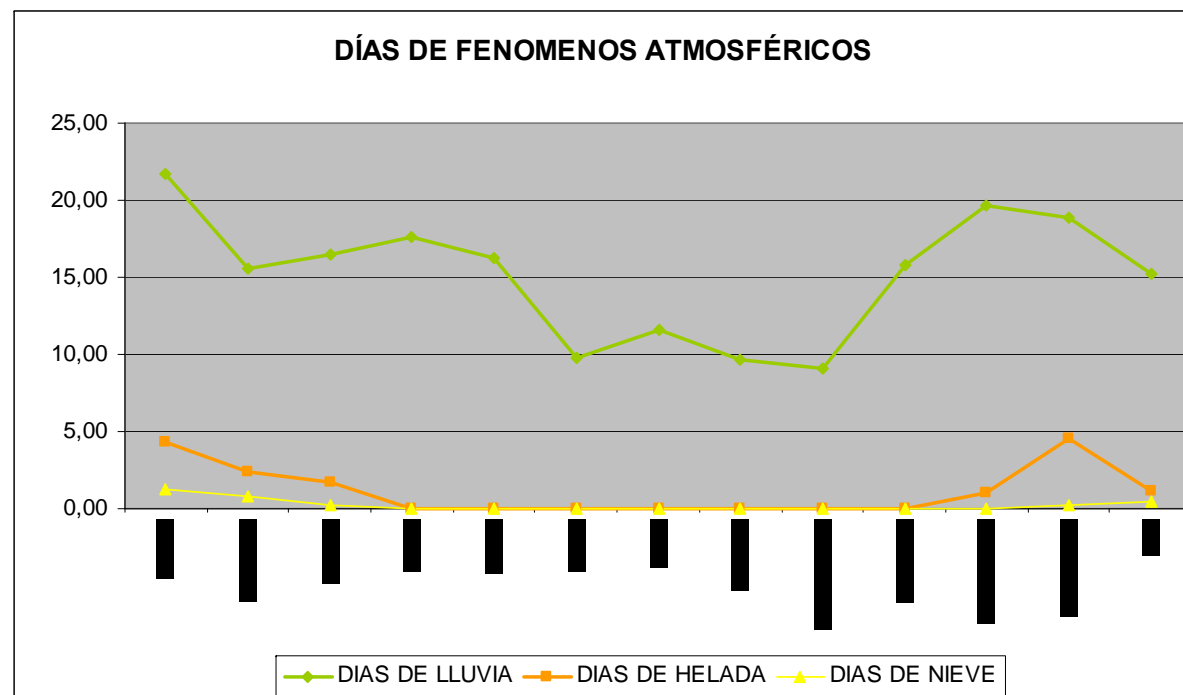
	MURALLA	FONTECADA	SANTIAGO- EOAS
ENERO	4,22	1,75	6,80
FEBRERO	1,78	0,50	4,00
MARZO	1,13	0,00	3,60
ABRIL	0,13	0,00	0,00
MAYO	0,00	0,00	0,00
JUNIO	0,00	0,00	0,00
JULIO	0,00	0,00	0,00
AGOSTO	0,00	0,00	0,00
SEPTIEMBRE	0,00	0,00	0,00
OCTUBRE	0,11	0,00	0,00
NOVIEMBRE	0,89	0,20	1,60
DICIEMBRE	4,89	1,60	7,20

RESUMEN DE DATOS DE PRECIPITACIONES

	ENE.	FEB.	MAR.	ABR.	MAY.	JUN.	JUL.	AGOS.	SEPT.	OCT.	NOV.	DIC.	AÑO
PRECIP MEDIAS	184,89	168,04	141,75	182,40	127,36	85,70	53,69	67,71	67,50	253,09	307,20	206,50	153,82
PRECIP MAXIMAS (24 HORAS)	60,08	104,60	86,63	92,75	117,93	82,10	57,08	147,15	79,90	154,83	213,40	193,95	213,40
DIAS DE LLUVIA	21,71	15,57	16,51	17,56	16,27	9,75	11,64	9,65	9,11	15,85	19,66	18,89	15,18
DIAS DE HELADA	4,37	2,36	1,66	0,05	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,05	0,97	4,49	1,16
P MEDIAS/D MEDIOS LLUVIA	8,52	10,79	8,59	10,38	7,83	8,79	4,61	7,02	7,41	15,97	15,63	10,93	10,13
DIAS DE NIEVE	1,27	0,82	0,27	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,27	0,45







Las precipitaciones de la zona en la que se actúa son bastante abundantes, con una precipitación media anual superior a los 1800 mm. El periodo más húmedo corresponde a los meses comprendidos entre octubre y febrero, en los que se concentra más del 50% de las lluvias, con una media de 17 días de lluvia por mes. El mes más lluvioso es Noviembre con una precipitación media de 307 mm, y el más seco julio con 57,08 mm.

La lluvia es la única forma de precipitación y las nevadas son un fenómeno bastante excepcional; pueden transcurrir años sin que se produzcan, y cuando llegan (entre noviembre y marzo) duran muy poco tiempo, lo que puede suponer una media 4-5 días de nieve.

## 2.4. CLASIFICACIÓN CLIMÁTICA

Para desarrollarla hemos recurrido a la utilización de tres índices térmicos que tienen en cuenta los datos de temperatura y precipitaciones medias. Éstos son el índice de Dantin-Revenga, el de Lang y el de Martonne.

### DANTIN-REVENGA.

Estos datos se obtienen a partir de los datos de pluviometría y temperatura medias anuales de la estación correspondiente y viene dado por la siguiente fórmula:

$$I_{DR} = \frac{100 \times \text{Temperatura media anual}}{\text{Precipitación media anual}}$$

Su criterio es el siguiente:

- 0<IDR<2: Climas húmedos.
- 2<IDR<4: Climas semiáridos y secos
- IDR>4: Terrenos áridos.

Aplicando dicho índice a nuestro caso se obtiene el resultado siguiente:

Temperatura media anual (°C):	13,04
Precipitación media anual (mm):	1845,81
Índice de Dantin-Revenga:	0,706

El valor de 0,706 pone de manifiesto que la zona se encuentra en un clima húmedo.

**ÍNDICE DE LANG:**

Viene definido por la siguiente relación:

$$I_L = \frac{\text{Lluvia anual en (mm)}}{\text{Temperatura media anual en (°C)}} = \frac{\text{Precipitación}}{\text{Temperatura}}$$

Siendo:

- 0 < I < 20: Zona de desiertos.
- 20 < I < 40: Zona árida.
- 40 < I < 60: Zona húmeda de estepas y sabanas.
- 60 < I < 100: Zona húmeda de bosques ralos.
- 100 < I < 160: Zona húmeda de bosques densos.
- I > 160: Zona hiperhúmeda de prados y tundras.

Para nuestro caso concreto tenemos:

Temperatura media anual (°C):	13,04
Precipitación media anual (mm):	1845,81
Índice de LANG	141,54

Se puede decir por tanto que la zona se incluye dentro de la Zona húmeda de bosques densos.

**ÍNDICE DE MARTONNE.**

Su expresión es:

$$I_M = \frac{\text{Precipitaciones}}{\text{Temperatura media anual} + 10^\circ\text{C}}$$

Siendo:

- 0 < IM < 5: Desiertos
- 5 < IM < 10: Semidesiertos
- 10 < IM < 20: Etapas y países secos mediterraneos
- 20 < IM < 30: Región del olivo y los cereales
- 30 < IM < 40: Regiones subhúmedas, prados y bosques.
- IM > 40: Zona hiperhúmeda de prados y tundras

Para nuestro caso concreto tenemos:

Temperatura media anual (°C):	13,04
Precipitación media anual (mm):	1845,81
Índice de MARTONNE	80,11

Se puede decir por tanto que la zona se incluye dentro de la Zona hiperhúmeda de prados y tundras.

**2.5. CÁLCULO DE DIAS TRABAJABLES**

Para cada clase de obra, se entiende por día trabajable, en lo que se refiere, el día en que las precipitaciones y las temperaturas ambiente sean inferiores y superiores, respectivamente, a los límites que más adelante se fijan.

Dada la ubicación de la zona de proyecto, no se considerará en este análisis la incidencia de las altas temperaturas que pudieran incidir en la puesta en obra del hormigón ( no se conocen registros superiores a los 40 °C).

Se define como temperatura límite ambiente para la ejecución de riegos, tratamientos superficiales y mezclas bituminosas aquella que normalmente se acepta como límite, por debajo de cual no puede ponerse en obra dicha unidad. En este estudio se ha considerado como temperatura límite de puesta en obra de riegos, tratamientos superficiales o por penetración la de 10 °C; mientras que para las mezclas bituminosas se ha reducido a la de 5 °C.

Se define como temperatura límite del ambiente para la manipulación de materiales naturales húmedos la de 0°C.

En cuanto a las precipitaciones, se establecen dos valores límites, el de 1 mm. y el de 10 mm. diarios. El primer valor se refiere al trabajo en ciertas unidades sensibles a una pequeña lluvia, en tanto que el segundo limita el resto de los trabajos, ya que se entiende que con precipitaciones superiores no puede realizarse ningún trabajo a la intemperie sin protecciones especiales.

Para calcular el número de días trabajables útiles en las distintas clases de obra, se establecen unos coeficientes de reducción, a aplicar al número de días laborables de cada mes.

Se define el coeficiente de reducción por helada  $\eta_m$  como el cociente entre el número de días de mes  $m$  en que la temperatura mínima es superior a 0°C y el número de días del mes.

Se define el coeficiente de reducción por la temperatura límite de riegos, tratamientos superficiales o por penetración,  $f_m$ , como el cociente entre el número de días en que la temperatura a las 9 de la mañana es igual o superior a 10 °C y el número de días del mes.

Se define el coeficiente de reducción por la temperatura límite de mezclas bituminosas,  $f'_m$ , como el cociente entre el número de días en que la temperatura a las 9 de la mañana es igual o superior a 5°C y el número del día del mes.

Se define el coeficiente de reducción por lluvia límite de trabajo  $\lambda_m$ , como el cociente entre el número de días en que la precipitación es inferior a 10 mm. y el número de días del mes.

Se define el coeficiente de reducción por lluvia límite de trabajo  $\lambda'_m$ , como el cociente entre el número de días en que la precipitación es inferior a 1 mm. y el número de días del mes.

Para el cálculo de los coeficientes medios a aplicar en cada apartado en que se puede subdividir la obra, se determinan los factores ambientales que les afectan, para posteriormente integrarlos por medio de unas formulas.

	FACTORES AMBIENTALES QUE AFECTAN A LA OBRA				
	°C	10 mm	1 mm	10 °C	5 °C
HORMIGONES HIDÁULICOS		X			
MOVIMIENTO DE TIERRAS		X	X		
ÁRIDOS		X			
RIEGOS			X	X	
MEZCLAS BITUMINOSAS			X		X

Dado que se trata de fenómenos cuya probabilidad es independiente, y como quiera el trabajo habría de suspenderse en el caso de que ocurriera alguna de las condiciones adversas, a cada una de las unidades de obra se le aplican los coeficientes de reducción correspondientes, quedando lo siguiente:

CLASE DE OBRA	COEFICIENTE
HORMIGONES HIDÁULICOS	$C_m = \eta_m * \lambda_m$
MOVIMIENTO DE TIERRAS	$C_m = \eta_m * (\lambda'_m + \lambda_m) / 2$
ÁRIDOS	$C_m = \lambda_m$
RIEGOS	$C_m = f_m * \lambda_m$
MEZCLAS BITUMINOSAS	$C_m = f'_m * \lambda_m$

Para el cálculo de los días trabajables netos de cada mes hay que tener en cuenta dos reducciones:

- Los días de climatología adversa, que ya están definidos por los coeficientes  $C_m$  para cada clase de obra.
- Los días festivos, variables según el año y la localidad. Su coeficiente reductor se puede establecer a la vista del calendario laboral.

Puesto que los días festivos pueden ser días adversos climatológicamente, para realizar la transformación de días –calendario en días-trabajables, se propone seguir el siguiente criterio:

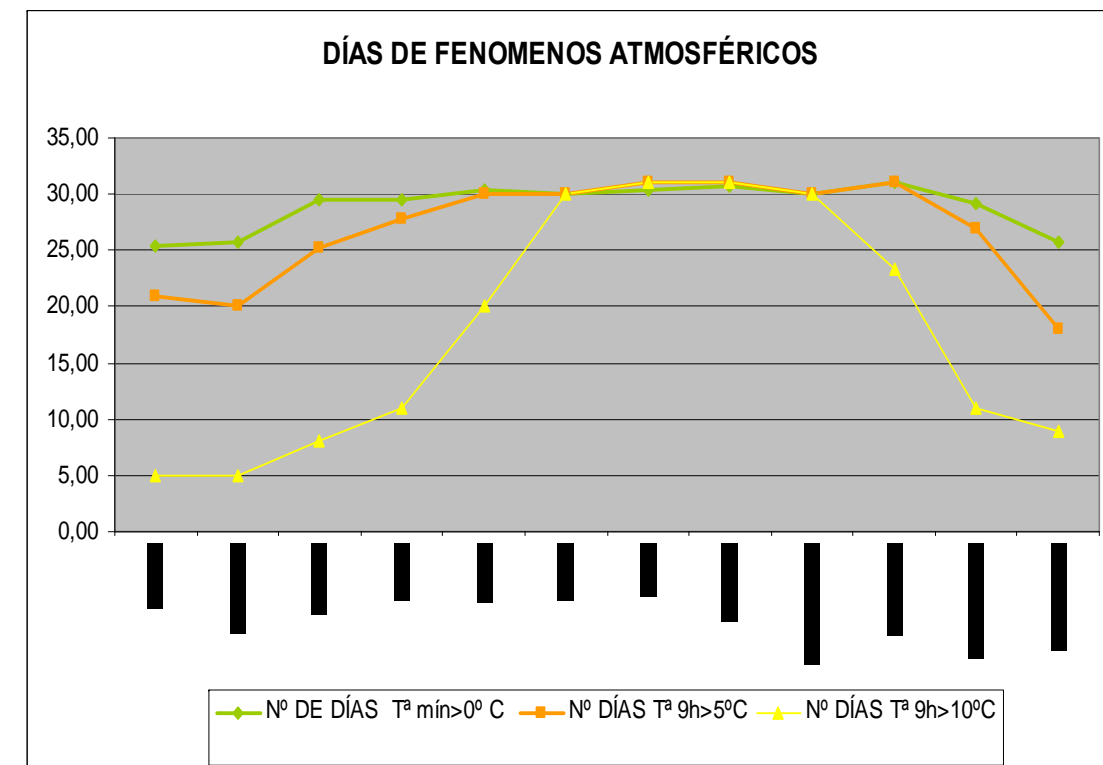
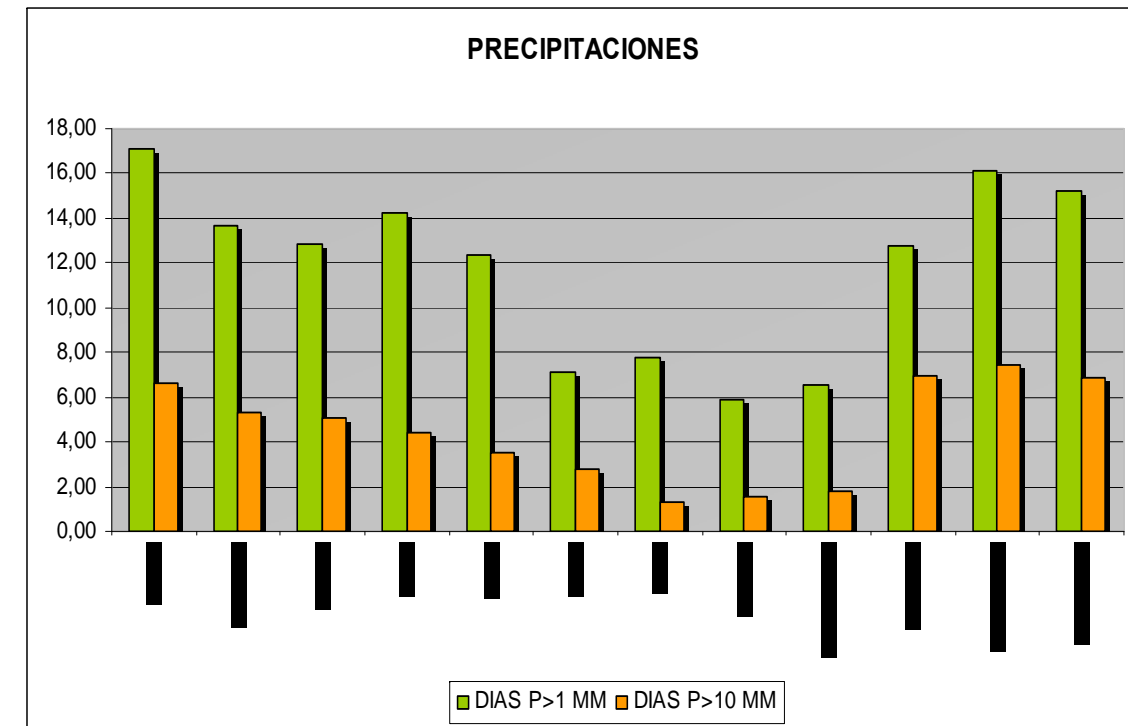
Para un mes determinado  $C_f$  es el coeficiente de reducción de días festivos y  $C_m$  el coeficiente de reducción climatológico para una unidad de obra determinada .

Por lo tanto el coeficiente de reducción total será:

$$C_t = 1 - (1 - C_m) * C_f$$

En los cuadros siguientes se adjuntan los valores obtenidos a partir de los datos de estación meteorológica de:

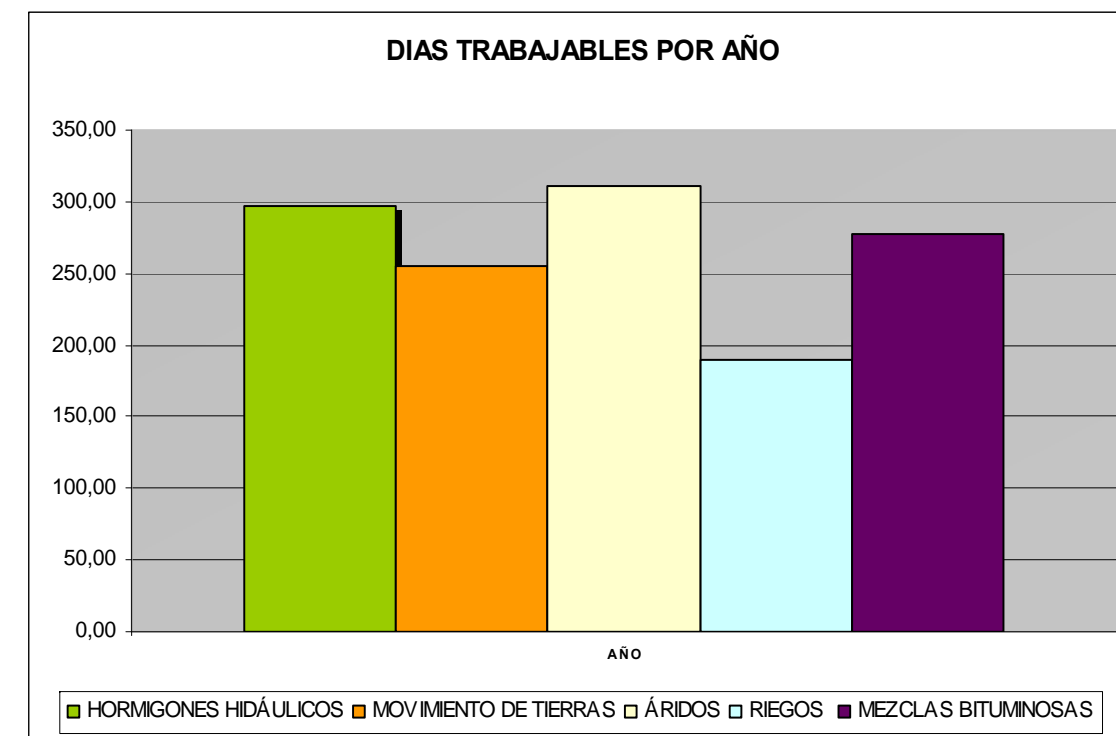
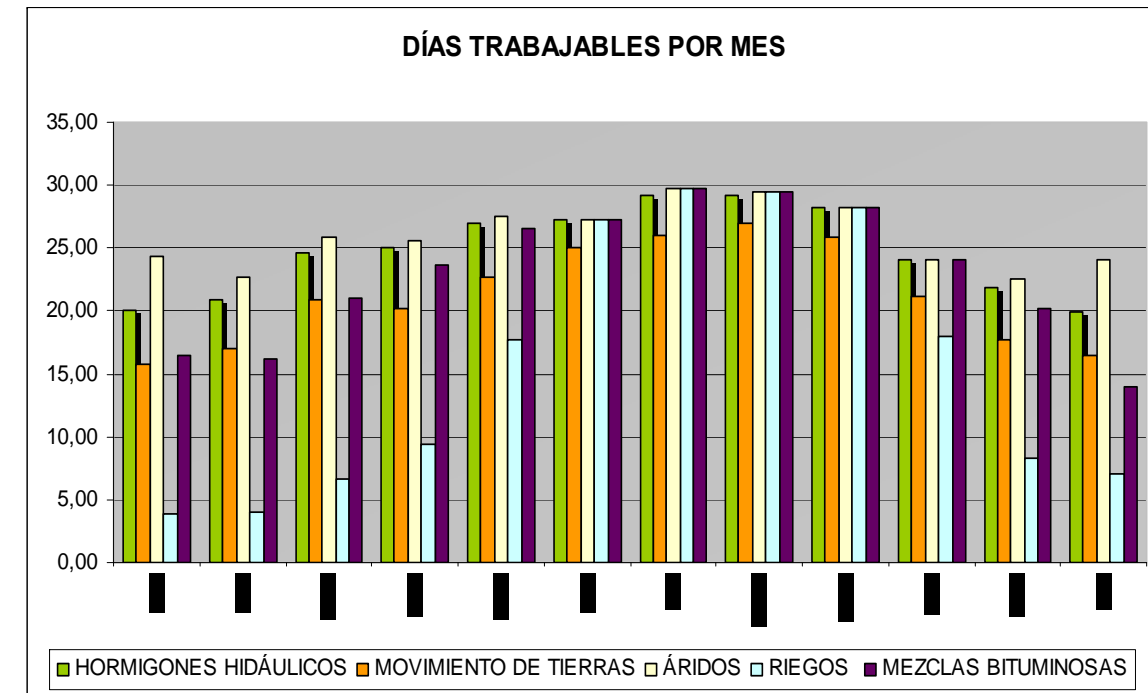
	ENE.	FEB.	MAR.	ABR.	MAY.	JUN.	JUL.	AGO.	SEP.	OCT.	NOV.	DIC.
<b>DIAS P&gt;1 MM</b>	17,06	13,67	12,84	14,27	12,38	7,08	7,80	5,88	6,55	12,78	16,11	15,26
<b>DIAS P&gt;10 MM</b>	6,62	5,29	5,09	4,44	3,49	2,81	1,27	1,55	1,78	6,97	7,46	6,91
<b>Nº DE DÍAS Tª mín&gt;0º C</b>	25,43	25,71	29,43	29,43	30,43	30,00	30,43	30,71	30,00	31,00	29,17	25,67
<b>Nº DÍAS Tª 9h&gt;5ºC</b>	21,00	20,00	25,22	27,84	30,00	30,00	31,00	31,00	30,00	31,00	26,91	18,00
<b>Nº DÍAS Tª 9h&gt;10ºC</b>	5,00	5,00	8,00	11,00	20,00	30,00	31,00	31,00	30,00	23,25	11,00	9,00



	ENE.	FEB.	MAR.	ABR.	MAY.	JUN.	JUL.	AGO	SEP	OCT.	NOV.	DIC.
<b>Nº TOTAL DE DÍAS</b>	31,00	28,00	31,00	30,00	31,00	30,00	31,00	31,00	30,00	31,00	30,00	31,00
<b>Nº DE DÍAS Tª mín&gt;0º C</b>	25,43	25,71	29,43	29,43	30,43	30,00	30,43	30,71	30,00	31,00	29,17	25,67
<b>Nº DIAS P&lt; 1 mm</b>	13,94	14,33	18,16	15,73	18,62	22,92	23,20	25,12	23,45	18,22	13,89	15,74
<b>Nº DIAS P&lt; 10 mm</b>	24,38	22,71	25,91	25,56	27,51	27,19	29,73	29,45	28,22	24,03	22,54	24,09
<b>Nº DÍAS Tª 9h&gt;5ºC</b>	21,00	20,00	25,22	27,84	30,00	30,00	31,00	31,00	30,00	31,00	26,91	18,00
<b>Nº DÍAS Tª 9h&gt;10ºC</b>	5,00	5,00	8,00	11,00	20,00	30,00	31,00	31,00	30,00	23,25	11,00	9,00
$\eta_m$	0,82	0,92	0,95	0,98	0,98	1,00	0,98	0,99	1,00	1,00	0,97	0,83
$\lambda_m$	0,79	0,81	0,84	0,85	0,89	0,91	0,96	0,95	0,94	0,78	0,75	0,78
$\lambda'_m$	0,45	0,51	0,59	0,52	0,60	0,76	0,75	0,81	0,78	0,59	0,46	0,51
$f_m$	0,16	0,18	0,26	0,37	0,65	1,00	1,00	1,00	1,00	0,75	0,37	0,29
$f'_m$	0,68	0,71	0,81	0,93	0,97	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	0,90	0,58

	ENE.	FEB.	MAR.	ABR.	MAY.	JUN.	JUL.	AGOS.	SEPT.	OCT.	NOV.	DIC.	AÑO
<b>HORMIGONES HIDÁULICOS</b>	20,00	20,85	24,59	25,07	27,00	27,19	29,18	29,17	28,22	24,03	21,91	19,95	297
<b>MOVIMIENTO DE TIERRAS</b>	15,72	17,00	20,92	20,25	22,64	25,05	25,98	27,03	25,83	21,12	17,71	16,49	255
<b>ÁRIDOS</b>	24,38	22,71	25,91	25,56	27,51	27,19	29,73	29,45	28,22	24,03	22,54	24,09	311
<b>RIEGOS</b>	3,93	4,05	6,69	9,37	17,75	27,19	29,73	29,45	28,22	18,02	8,26	6,99	189,
<b>MEZCLAS BITUMINOSAS</b>	16,51	16,22	21,08	23,72	26,62	27,19	29,73	29,45	28,22	24,03	20,21	13,99	276

Hay que hacer constar que los valores de los cuadros anteriores no están afectados por el coeficiente Cf, por lo que los porcentajes expresan el número de días útiles de trabajo a partir del número de días totales.







### 3. HIDROLOGÍA

#### 3.1. INTRODUCCION

Los fenómenos hidrológicos son función de muchos agentes físicos actuando conjuntamente sobre todo lo relacionado con la meteorología, por ello se dan las características idóneas para considerar estos fenómenos como aleatorios, es decir, regidos por las leyes del azar, por lo que se debe aplicar la metodología estadística.

Desde el momento en que se aplica la estadística a la hidrología pasa a segundo plano el problema de conocer las leyes que rigen los fenómenos hidrológicos, estudiando sólo los datos numéricos o estadísticos de estos fenómenos.

El estudio estadístico de los datos hidrológicos tiene dos niveles. Un primer nivel el conocimiento del fenómeno, distribuciones, medias, desviación típica, etc. Un segundo nivel es la inferencia estadística, es decir el análisis de la naturaleza de la muestra que permite conocer los datos esenciales de la muestra eliminando la variabilidad necesariamente muestral.

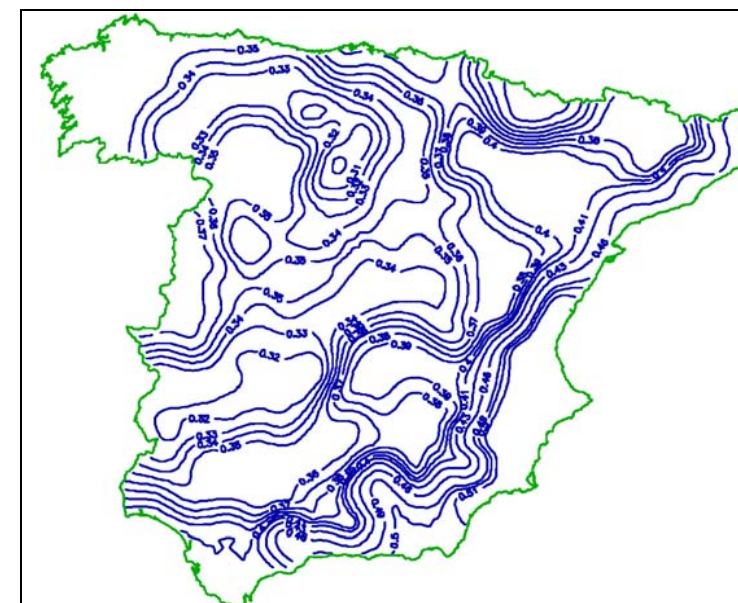
A partir de esta segunda fase se puede inferir sucesos del futuro partiendo de los datos conocidos. Esto último es lo importante ya que permitirá conocer los posibles sucesos del futuro.

El método seguido para la determinación de los caudales puntas recibidos, ha sido el "Cálculo Hidrometeorológico de Caudales Máximos en Pequeñas Cuencas Naturales", del Servicio de Geotecnia de la Dirección General de Carreteras (MOPU-Mayo 1.987), basado en los métodos racional, Californiano y Cook, ambos norteamericanos y cuyos resultados contrastados con las medidas experimentales lo hacen muy adecuado para cuencas de hasta 75 km<sup>2</sup> de superficie.

### 3.2. PERIODOS DE RETORNO CONSIDERADOS

Los periodos de retorno considerados en la selección de los caudales de diseño del sistema de drenaje de la carretera proyectada son los siguientes:

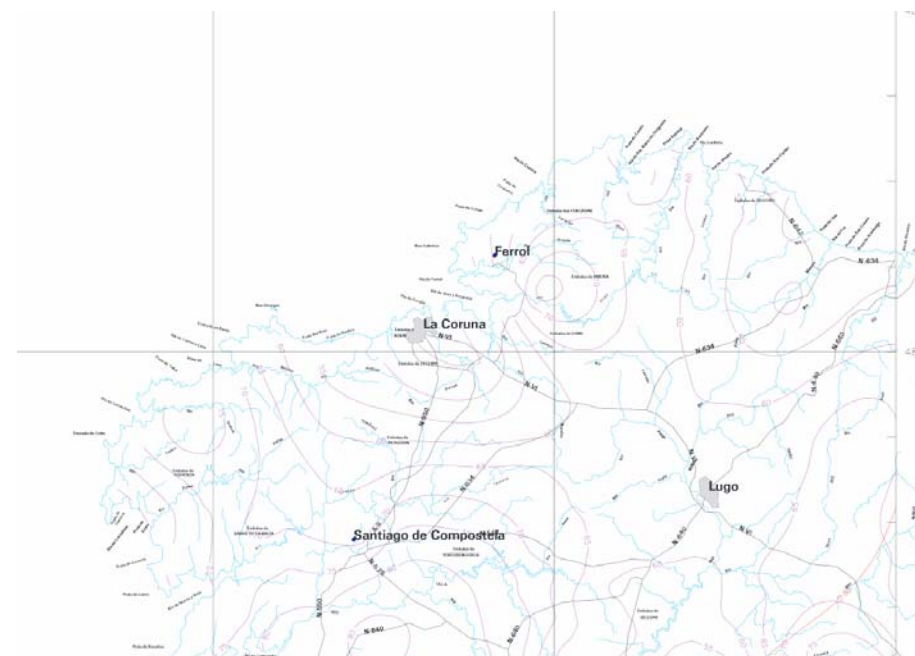
- ✓ Drenaje Longitudinal: 25 Años
- ✓ Drenaje Transversal: 100 Años
- ✓ Drenaje Transversal en cauces permanentes: 500 Años



### 3.3. ESTUDIO DE PRECIPITACIONES

Para determinar los valores de precipitación máxima diarios se ha recurrido al método expuesto en el libro "Máximas lluvias diarias en la España Peninsular", publicado por el Ministerio de Fomento en el año 1999, donde se expone un método de cálculo de precipitaciones máximas diarias para distintos periodos de retorno a partir de tablas y planos incluidas en dicho libro, confeccionados según un modelo obtenido para todo el territorio peninsular que tiene en cuenta los datos de 2.231 estaciones pluviométricas repartidas por todo el territorio peninsular con más de 20 años de datos cada una.

A partir de la hoja 1-2 del plano guía incluido como anexo en la publicación antes citada, podemos considerar para la zona donde se encuentra el tramo de carretera considerado un valor medio de la máxima precipitación diaria anual de 75 mm., y un coeficiente de variación  $C_v=0,35$ .



Con la tabla anterior se obtienen los cuantiles regionales siguientes:

Cv	2	5	10	25	50	100	200	500
0,35	0,921	1,217	1,438	1,732	1,961	2,220	2,480	2,831

Multiplicando dichos cuantiles por la P, se obtienen las precipitaciones máximas diarias buscadas:

T	2	5	10	25	50	100	200	500
0,35	0,921	1,217	1,438	1,732	1,961	2,22	2,48	2,831
P(mm)	75	75	75	75	75	75	75	75
P(mm)	69,075	91,275	107,85	129,9	147,075	166,5	186	212,325

### 3.4. CUENCAS

Las cuencas en las que se encuentra la carretera se encuentran delimitadas sobre la cartografía a escala 1/25.000. Sobre este plano se han obtenido las superficies de las cuencas vertientes, su longitud y pendiente, para la posterior aplicación de estos datos en la obtención de los caudales de aportación. En los apéndices 1 y 2 se presentan los planos y las características de las cuencas calculadas.

### 3.5. CÁLCULO DE CAUDALES. MÉTODO HIDROMETEOROLÓGICO

Para la estimación de los caudales asociados a cada cuenca se aplica el método racional, tal y como se indica en la Instrucción 5.2-I.C.

El método racional es de validez para cuencas cuyos tiempos de concentración sean inferiores a seis horas, condición que se cumple en este caso.

#### Tiempo de Concentración,

El tiempo de concentración ha sido determinado según señala la antes citada Instrucción 5.2-IC por la expresión:

$$T = 0,30 \left( \frac{L}{j^{1/4}} \right)^{0,76}$$

Siendo:

- L: la longitud del cauce principal, en kilómetros.
- j: la pendiente longitudinal media del cauce, en tanto por uno.

Los valores obtenidos para el tiempo de concentración vienen a confirmar la validez de la metodología empleada ya que son claramente inferiores a 6 h, que es la frontera aproximada prefijada para marcar la distinción entre cuencas pequeñas y grandes.

#### Intensidad Media de Precipitación

La intensidad media de precipitación para los distintos periodos de retorno, de la que depende la estimación de los consiguientes caudales de aportación, se calcula mediante la fórmula propuesta por la Instrucción 5.2-IC:

$$I_t/I_d = (t_1/t_d)^B, \text{ donde:}$$

- $I_t$ : Intensidad media de precipitación en mm/h,
- $I_d$ : Intensidad media diaria de precipitación en mm/h, correspondiente al periodo de retorno considerado, Es igual a  $P_d/24$ , siendo  $P_d$  la máxima precipitación diaria obtenida en el apartado 3.4,

- $I_1/I_d$ : Relación entre la intensidad horaria y la media diaria, Se toma de la figura 2-2 incluida en los apéndices, extraída de la Instrucción 5,2-IC, teniendo un valor de 8,45,
- B : Expresión que es igual a  $(28^{0.1-t^{0.1}})/0,3955$

### Coefficiente de Escorrentía

Desde el punto de vista de la escorrentía dejando al margen los afloramientos de roca a efectos prácticos impermeables, el suelo en superficie se puede clasificar básicamente como arcilloso y en menor proporción franco arenoso-arcilloso. En cuanto a la vegetación natural, condicionada por el clima marítimo fresco y húmedo, está formada por masas boscosas de frondosas, robles, abedules y castaños, y matorral de brezo y xesta.

Para establecer la componente superficial de la precipitación se utiliza, siguiendo los criterios de la repetidamente mencionada Instrucción 5,2-IC, el coeficiente que define la proporción de la precipitación que puede llegar al punto en estudio dado por la fórmula:

$$c = \frac{\left( \frac{P_d}{P_o} - 1 \right) \left( \frac{P_d}{P_o} + 23 \right)}{\left( \frac{P_d}{P_o} + 11 \right)^2}$$

Donde:

- $P_d$ : Precipitación diaria correspondiente al periodo retorno que se considere,
- $P_o$ : Umbral de escorrentía, a partir del cual se inicia ésta.

El parámetro  $P_0$  define el umbral de precipitación a partir del cual se inicia la escorrentía, y es función del complejo suelo – vegetación de la cuenca.

El valor del umbral de escorrentía ( $P_o$ ) se obtiene consultando la Tabla 2.1 de la Instrucción 5.2-I.C en la cual se tiene en cuenta el tipo y utilización de la superficie (área pavimentada, cultivos densos, bosques,...) la pendiente, la permeabilidad del suelo (dividido en cuatro categorías: A, B, C y D), aplicando el correspondiente factor corrector determinado según la figura 2.5.

Para el uso de la tabla 2.1 los suelos se clasificaran en los grupos de la Tabla 2.2 de la Instrucción 5.2 – I.C. en cuya definición intervienen la textura definitiva por la Figura 2.6.



Fig 2.5

Tabla 2.1.

USO DE LA TIERRA	PENDIENTE (%)	CARACTERISTICAS HIDROLOGICAS	GRUPO DE SUELO			
			A	B	C	D
Barbecho	>3	R	15	8	6	4
		N	17	11	8	6
Cultivos en hilera	<3	R/N	20	14	11	8
	>3	R	23	13	8	6
Cereales de invierno		N	25	16	11	8
	<3	R/N	28	19	14	11
Rotación de cultivos pobres	>3	R	29	17	10	8
		N	32	19	12	10
Rotación de cultivos densos	<3	R/N	34	21	14	12
	>3	R	26	15	9	6
Praderas		N	28	17	11	8
	<3	R/N	30	19	13	8
Plantaciones regulares aprovechamiento forestal	>3	R	37	20	12	9
		N	42	23	14	11
Masas forestales (bosques, monte bajo, etc.)	<3	R/N	47	25	16	13
		Pobre	24	14	8	6
	>3	Media	53	23	14	9
		Buena	*	33	18	13
		Muy buena	*	41	22	15
		Pobre	58	25	12	7
	<3	Media	*	35	17	10
		Buena	*	*	22	14
		Muy buena	*	*	25	16
		Pobre	62	26	15	10
	>3	Media	*	34	19	14
		Buena	*	42	22	15
		Pobre	*	34	19	14
	<3	Media	*	42	22	15
		Buena	*	50	25	16
		Muy clara	40	17	8	5
		Clara	60	24	14	10
		Media	*	34	22	16
		Espesa	*	47	31	23
		Muy espesa	*	65	43	33

GRUPO	INFILTRACION (cuando están muy húmedos)	POTENCIA	TEXTURA	DRENAJE
A	Rápida	Grande	Arenosa Areno-limosa	Perfecto
B	Moderada	Media a grande	Franco-arenosa	Bueno a moderado
			Franca Franco-arcillosa-arenosa Franco-limosa	
C	Lenta	Media a pequeña	Franco-arcillosa	Imperfecto
			Franco-arcillo-limosa Arcillo-arenosa	
D	Muy lenta	Pequeño (litosuelo) u horizontes de arcilla	Arcillosa	Pobre o muy pobre

Tabla 2.2

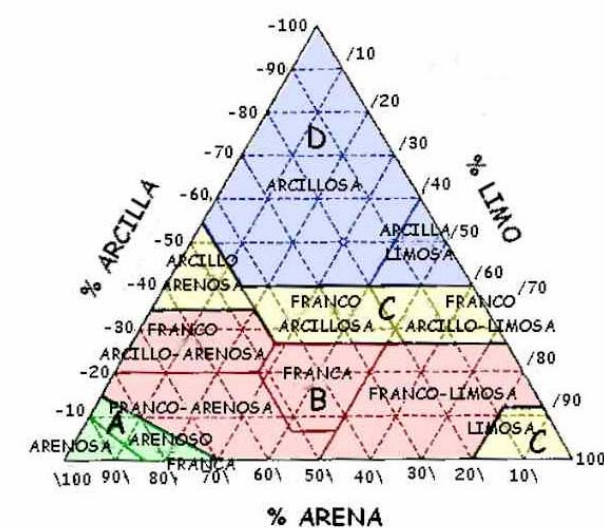


Figura 2.6

De acordo con lo expresado, se definen las siguientes categorías de suelo:

Tipo de Suelo	Po
Pradera	23,000
Cultivo	16,000
Masa Forestal	24,000
Repoblación	42,000
Barbecho	14,000
Urbana	1,000

#### Obtención de los Caudales

Por último, con los resultados obtenidos en los apartados anteriores se procede a realizar el cálculo de los caudales de referencia asociados a los periodos de retorno que se han tenido en cuenta. Para ello se ha utilizado la fórmula de cálculo de la Instrucción 5.2-IC siguiente:

$Q = C \times A \times It/3$ , donde:

- Q : Caudal en m<sup>3</sup>/s.

- C : Coeficiente medio de escorrentía de la cuenca

- A : Area de la cuenca en km<sup>2</sup>

- It : Intensidad media de precipitación correspondiente al periodo de retorno considerado y a un intervalo igual al tiempo de concentración, en mm/h.

Los resultados obtenidos tras los cálculos son los que se muestran a continuación:

CUENCA	Q 25 (m <sup>3</sup> /seg)	Q 100 (m <sup>3</sup> /seg)	Q 500 (m <sup>3</sup> /seg)
1	0,117	0,24	0,46
2a	0,016	0,03	0,05
2b	0,010	0,02	0,03
3	0,049	0,09	0,16
4a	0,020	0,04	0,08
4b	0,070	0,13	0,24
4c	0,021	0,04	0,07
5a	1,346	2,51	4,46
5b	0,051	0,10	0,18

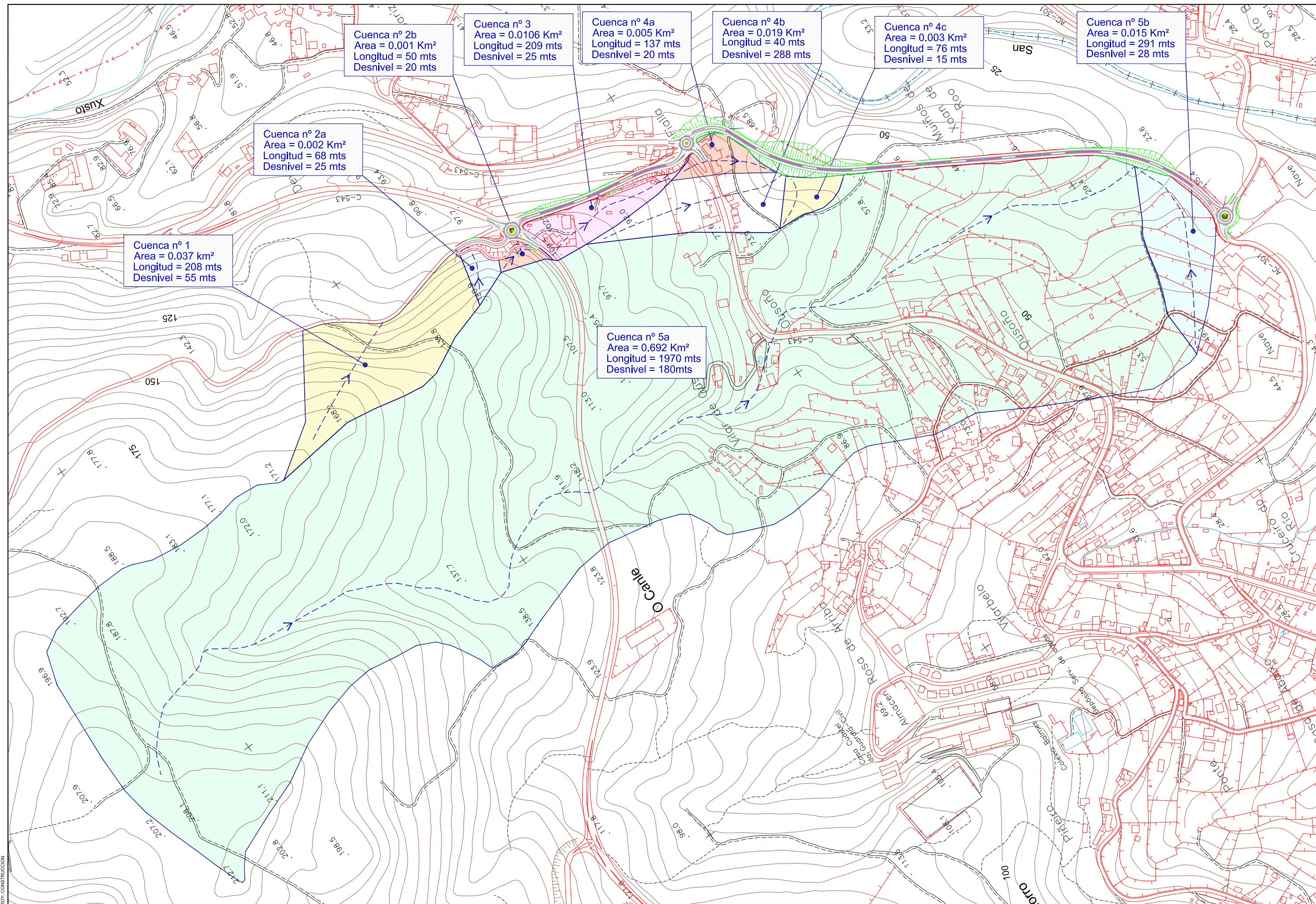
En el Apéndice nº 3 se presentan los caudales calculados para cada una de las cuencas definidas en el presente proyecto.





**APENDICE 1: PLANOS DE CUENCAS VERTIENTES**





EDICIÓN: 00 - PROJ. CONSTRUCCIÓN





**APENDICE 2: DATOS FISICOS DE CUENCAS**







CUENCA	S Tot	Pradera			Cultivo			Masa Forestal			Repoblación			Barbecho			Urbana			P0	P0 Corregida
		Superf	%	Po	Superf	%	Po	Superf	%	Po	Superf	%	Po	Superf	%	Po	Superf	%	Po		
1	0,03709	0,019	50,00%	31,000	0,000	0,00%	16,000	0,019	50,00%	32,000	0,000	0,00%	50,000	0,000	0,00%	22,000	0,000	0,00%	9,000	31,500	58,275
2a	0,00248	0,001	30,00%	31,000	0,001	25,00%	16,000	0,001	30,00%	32,000	0,000	0,00%	50,000	0,000	15,00%	22,000	0,000	0,00%	9,000	26,200	48,470
2b	0,00129	0,000	25,00%	31,000	0,000	30,00%	16,000	0,001	40,00%	32,000	0,000	0,00%	50,000	0,000	0,00%	22,000	0,000	5,00%	9,000	25,800	47,730
3	0,01061	0,004	35,00%	31,000	0,004	35,00%	16,000	0,003	25,00%	32,000	0,000	0,00%	50,000	0,000	0,00%	22,000	0,001	5,00%	9,000	24,900	46,065
4a	0,00570	0,001	10,00%	31,000	0,000	0,00%	16,000	0,005	80,00%	32,000	0,000	0,00%	50,000	0,001	10,00%	22,000	0,000	0,00%	9,000	30,900	57,165
4b	0,01907	0,006	30,00%	31,000	0,006	30,00%	16,000	0,008	40,00%	32,000	0,000	0,00%	50,000	0,000	0,00%	22,000	0,000	0,00%	9,000	26,900	49,765
4c	0,00399	0,001	20,00%	31,000	0,001	20,00%	16,000	0,002	60,00%	32,000	0,000	0,00%	50,000	0,000	0,00%	22,000	0,000	0,00%	9,000	28,600	52,910
5a	0,69290	0,208	30,00%	31,000	0,069	10,00%	16,000	0,277	40,00%	32,000	0,000	0,00%	50,000	0,000	0,00%	22,000	0,139	20,00%	9,000	25,500	47,175
5b	0,01508	0,004	25,00%	31,000	0,004	25,00%	16,000	0,008	50,00%	32,000	0,000	0,00%	50,000	0,000	0,00%	22,000	0,000	0,00%	9,000	27,750	51,338





**APENDICE 3: CALCULO DE CAUDALES**



PERIODO DE RETORNO:

25 AÑOS

CUENCA	Desnivel (mts)	Longitud (mts)	SUPERFICIE (km2)	Tc (h)	PD (mm)	Id(mm)	I1/Id	It	Po	C	Q (m3/seg)
1	55	208	0,03709	0,12	98,000	4,083	8	90,106	58,275	0,105	0,117
2a	25	68	0,0024834	0,05	98,000	4,083	8	130,443	48,470	0,151	0,016
2b	20	50	0,001292	0,04	98,000	4,083	8	143,517	47,730	0,155	0,010
3	25	209	0,010609	0,14	98,000	4,083	8	84,351	46,065	0,164	0,049
4a	20	137	0,005698	0,10	98,000	4,083	8	98,186	57,165	0,109	0,020
4b	40	288	0,019068	0,17	98,000	4,083	8	76,800	49,765	0,144	0,070
4c	15	76	0,003993	0,06	98,000	4,083	8	120,497	52,910	0,128	0,021
5a	180	1970	0,692902	0,79	98,000	4,083	8	36,882	47,175	0,158	1,346
5b	28	291	0,015076	0,18	98,000	4,083	8	74,210	51,338	0,136	0,051





PERIODO DE RETORNO: 100 AÑOS

CUENCA	Desnivel (mts)	Longitud (mts)	Tc (h)	SUPERFICIE (km2)	PD (mm)	Id(mm)	I1/Id	It	Po	C	Q (m3/seg)
1	55	208	0,12	0,03709	126,00	5,25	8,00	115,85	58,28	0,17	0,24
2a	25	68	0,05	0,00248	126,00	5,25	8,00	167,71	48,47	0,22	0,03
2b	20	50	0,04	0,00129	126,00	5,25	8,00	184,52	47,73	0,23	0,02
3	25	209	0,14	0,01061	126,00	5,25	8,00	108,45	46,07	0,24	0,09
4a	20	137	0,10	0,00570	126,00	5,25	8,00	126,24	57,17	0,17	0,04
4b	40	288	0,17	0,01907	126,00	5,25	8,00	98,74	49,77	0,21	0,13
4c	15	76	0,06	0,00399	126,00	5,25	8,00	154,92	52,91	0,20	0,04
5a	180	1970	0,79	0,69290	126,00	5,25	8,00	47,42	47,18	0,23	2,51
5b	28	291	0,18	0,01508	126,00	5,25	8,00	95,41	51,34	0,20	0,10



PERIODO DE RETORNO: 500 AÑOS

CUENCA	Desnivel (mts)	Longitud (mts)	Tc (h)	SUPERFICIE (km2)	PD (mm)	Id(mm)	I1/Id	It	Po	C	Q (m3/seg)
1	55	208	0,12	0,03709	164,00	6,83	8,00	150,79	58,28	0,25	0,46
2a	25	68	0,05	0,00248	164,00	6,83	8,00	218,29	48,47	0,30	0,05
2b	20	50	0,04	0,00129	164,00	6,83	8,00	240,17	47,73	0,31	0,03
3	25	209	0,14	0,01061	164,00	6,83	8,00	141,16	46,07	0,32	0,16
4a	20	137	0,10	0,00570	164,00	6,83	8,00	164,31	57,17	0,25	0,08
4b	40	288	0,17	0,01907	164,00	6,83	8,00	128,52	49,77	0,30	0,24
4c	15	76	0,06	0,00399	164,00	6,83	8,00	201,65	52,91	0,28	0,07
5a	180	1970	0,79	0,69290	164,00	6,83	8,00	61,72	47,18	0,31	4,46
5b	28	291	0,18	0,01508	164,00	6,83	8,00	124,19	51,34	0,29	0,18