



*euskal trenbide sarea*

---

Actualización del Proyecto Constructivo  
de la estación de Usurbil

---

# Anejo 06: Climatología, Hidrología y Drenaje

Julio 2021







## Hoja de control de calidad

Documento	Anejo 06: Climatología, Hidrología y Drenaje	
Proyecto	RL6737. Actualización del Proyecto Constructivo de la estación de Usurbil	
Código	RL6737-TYP-AN-UR-F03-00006-ClimaHidroDrenaje-V01_A.docx	
Autores:	Firma:	ELL
	Fecha:	22/07/2021
Verificado	Firma:	LME
	Fecha:	26/07/2021



## Índice:

<b>1. INTRODUCCIÓN</b> .....	<b>1</b>
<b>2. CLIMATOLOGÍA</b> .....	<b>1</b>
2.1. INTRODUCCIÓN.....	1
2.2. CARACTERÍSTICAS CLIMÁTICAS GENERALES.....	2
2.2.1. Precipitaciones y temperaturas.....	3
2.3. CLASIFICACIÓN CLIMÁTICA.....	5
2.3.1. Índices de caracterización climática.....	5
2.3.2. Índice de aridez Martonne.....	5
2.3.3. Clasificación climática de Köppen.....	10
2.3.4. Clasificación climática de papadakis.....	13
2.4. DÍAS APROVECHABLES PARA LA EJECUCIÓN DE LAS OBRAS.....	28
2.4.1. Metodología.....	28
2.4.2. Días aprovechables.....	29
<b>3. HIDROLOGÍA</b> .....	<b>33</b>
3.1. INTRODUCCIÓN.....	33
3.2. DELIMITACIÓN Y CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DE LAS CUENCAS.....	33
3.3. METODOLOGÍA.....	34
3.3.1. Introducción.....	34
3.3.2. Cálculo de las intensidades máximas de duración inferior a 24 horas.....	34
3.3.3. Cálculo de las intensidades máximas de duración inferior a 24 horas para distintos periodos de retorno.....	38
3.3.4. Coeficiente de escorrentía.....	39
3.3.5. Evaluación del caudal punta.....	39
3.4. APLICACIÓN DEL MÉTODO HIDROMETEOROLÓGICO.....	40
3.4.1. Precipitación de cálculo.....	40
3.4.2. Umbral de escorrentía.....	41
3.4.3. Valores del coeficiente de escorrentía para cada cuenca.....	45
3.4.4. Intensidad de lluvia.....	46
3.4.5. Caudales de diseño del proyecto.....	47
<b>4. DRENAJE</b> .....	<b>50</b>
4.1. INTRODUCCIÓN.....	50
4.2. ACTUACIONES PROPUESTAS.....	50
4.3. DRENAJE TRANSVERSAL.....	50
4.4. DRENAJE LONGITUDINAL.....	51
4.4.1. Método de cálculo empleado.....	51
4.4.2. Secciones utilizadas.....	53

4.4.3.	Nomenclatura de los elementos del drenaje .....	53
4.4.4.	Caudales de diseño de cada elemento .....	54
4.4.5.	Dimensionamiento de los elementos del drenaje longitudinal .....	54
4.4.6.	Arquetas .....	56
4.4.7.	Colectores.....	56
4.5.	DRENAJE SUBTERRÁNEO .....	57
4.5.1.	Introducción .....	57
4.5.2.	Situación actual .....	57
4.5.3.	Actuaciones previstas.....	57

## 1. INTRODUCCIÓN

El presente anejo tiene por objeto definir los aspectos hidrológicos y el sistema de drenaje del Proyecto de modernización de la estación de Eusko Trenbideak de Usurbil (Termino municipal de Usurbil, Gipuzkoa), 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 para la definición de los parámetros básicos de diseño del drenaje de la estación de Usurbil.

Se ha realizado un estudio del sistema de drenaje existente y han de proyectarse nuevas obras en los puntos donde se consideran para los caudales definidos.

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

**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.

**Estudio del drenaje.** Se ha estudiado la red el drenaje existente, con los niveles de seguridad adoptados por la instrucción de drenaje superficial de carreteras 5.2-I.C.

Se lleva a cabo la definición de las obras de drenaje y evacuación de las aguas superficiales hacia las obras existentes cercanas, resolviendo la interferencia del drenaje natural con la infraestructura viaria proyectada, asegurando la prestación de servicio al usuario.

En los cálculos y diseño se han considerado los criterios establecidos en las Normas Técnicas para carreteras; Instrucción de carreteras 5.2-IC “Drenaje superficial” del Ministerio de Fomento.

Los datos necesarios para la obtención de la lluvia de diseño se ha determinado de la monografía “Maximas lluvias diarias en la España peninsular”, del ministerio de Fomento.

## 2. CLIMATOLOGÍA

### 2.1. INTRODUCCIÓN

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 completas, integradas en la red de puntos de control de la Agencia Estatal de Meteorología (AEMET), que se encuentran en el entorno inmediato de la traza de la actuación, o que cuentan con registros de un mayor número de variables climatológicas, y que dispongan además de series con una amplitud superior a 30 años.

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.

Cabe señalar que para la redacción del apartado “2.4. Días aprovechables para la ejecución de las obras” se han utilizado los datos de la estación de “San Sebastián (Igueldo)”, ya que era la estación más próxima al ámbito del proyecto que presentaba los datos necesarios para redactar el mencionado apartado. También se ha utilizado esta estación para la realización del apéndice que recoge “series de diversos fenómenos meteorológicos”.

### CUADRO 1. ESTACIONES METEOROLOGICAS

ESTACIÓN		Longitud	Latitud	Altitud	Provincia	Periodo Fun.	AÑOS CON DATOS		Serie completa más larga
Código	Denominación						Compl.	Incompl.	
1024E	San Sebastián (Igueldo)	20° 22' 22" W	43° 18' 27"N	252	Gipuzkoa	1916- 2009	81	1	1928- 2009

También cabe precisar que, aunque las series de datos de estas estaciones son de suficiente continuidad, varios años no están completos. En cualquier caso, el cálculo de los valores característicos mensuales de los diversos factores climáticos se ha realizado a partir de la totalidad de los datos disponibles de cada mes, mientras que los valores anuales se han obtenido a partir de los valores mensuales resultantes.

Estas series de datos quedan recogidas en el **Apéndice 1, 2 y 3** y los valores mensuales más significativos se resumen en el **Cuadro 2**.

### 2.2. CARACTERISTICAS CLIMÁTICAS GENERALES

A continuación se presenta un resumen de los principales parámetros climatológicos obtenidos para este proyecto:

### CUADRO 2. VALORES MENSUALES

#### IGUELDO

VALORES CLIMÁTICOS PARÁMETRO	VALOR MENSUAL												ANUAL
	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	
Precipitación media (mm)	146,22	110,94	121,49	139,54	125,59	90,25	85,69	116,11	112,11	164,62	163,01	156,01	1531,57
Precipitación máxima mensual (mm)	146,2	110,9	121,5	139,5	125,6	90,2	85,7	116,1	112,1	164,6	163,0	156,0	1531,6
Temperatura media (°C)	8,45	8,81	10,28	11,15	14,29	16,75	18,75	19,40	17,98	15,43	11,25	9,15	13,47
Temperatura media de mínimas (°C)	5,85	5,99	7,17	8,01	10,94	13,67	15,79	16,41	14,78	12,35	8,56	6,65	10,51
Temperatura media de máximas (°C)	11,03	11,60	13,36	14,29	17,66	19,82	21,68	22,37	21,16	18,51	13,92	11,66	16,42
Temperatura máxima absoluta (°C)	21,00	25,00	28,00	29,40	33,20	38,00	37,60	38,60	35,00	30,00	25,20	22,00	38,60
Temperatura mínima absoluta (°C)	-10,00	-5,80	-4,70	-0,40	2,80	6,60	10,00	10,00	8,00	1,20	-3,40	-5,60	-10,00
Evapotranspiración potencial (mm)	23,20	24,87	38,32	47,14	74,87	94,81	111,74	109,01	85,03	62,80	34,49	24,62	730,88



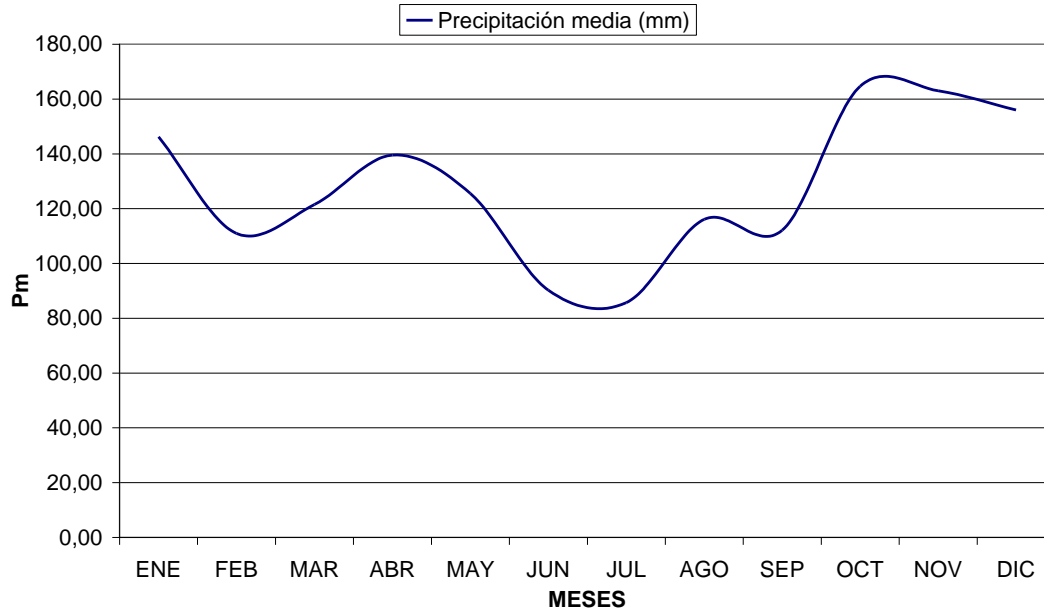
<b>Horas de sol mensuales</b>	96,85	104,72	138,84	150,04	178,18	183,72	194,57	188,83	176,42	136,62	104,42	92,52	1745,7 4
<b>Humedad relativa</b>	74,93	73,90	74,17	76,80	78,27	81,77	82,83	82,70	78,80	75,57	75,87	74,87	77,54
<b>Días de nieve</b>	1,03	1,47	0,27	0,13	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,30	0,40	3,60
<b>Días de granizo</b>	1,23	1,67	1,93	1,63	0,57	0,10	0,20	0,17	0,10	0,47	1,37	1,30	10,73
<b>Días de tormenta</b>	1,30	1,50	1,67	2,37	3,30	3,43	3,63	3,77	2,67	2,20	1,57	1,20	28,60
<b>Días de precipitación apreciable</b>	16,40	14,80	15,83	16,90	16,60	14,93	14,63	14,93	13,83	15,23	15,47	15,90	185,47
<b>Días de precipitación &gt;1 mm</b>	13,10	11,80	12,60	13,53	12,03	10,87	9,80	10,57	10,23	12,07	12,50	12,53	141,63
<b>Días de precipitación &gt;10 mm</b>	5,17	4,10	4,63	4,90	3,93	2,50	2,73	3,23	3,80	5,43	5,97	5,60	52,00
<b>Días de precipitación &gt;30 mm</b>	0,77	0,33	0,33	0,63	0,70	0,47	0,33	0,83	0,77	1,27	1,30	1,17	8,90

### 2.2.1. Precipitaciones y temperaturas

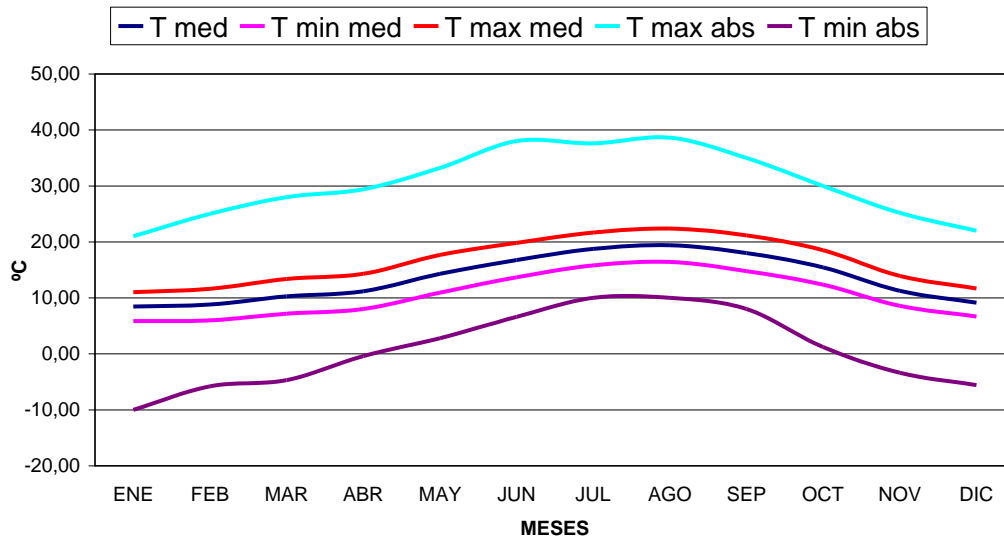
A partir de la información recopilada se concluye lo siguiente:

- La precipitación media anual en es 1.531,57 mm.. El mes con mayor número de días con precipitación apreciable es abril (16,9 días). El menor número de días de lluvia se da en Julio (13,83).
- El año mas lluvioso, donde se registraron las máximas anuales, en el período de 1979-2008 fue 1979 con un valor de 2.206,3 mm.
- Se presenta una distribución temporal máxima de la lluvia bastante uniforme durante todo el año exceptuando el mes de julio que es bastante más bajo que los demás con 187,70 mm.
- La evolución de la precipitación media mensual tiene sus mínimos en junio y julio llegando al doble en los máximos de octubre y noviembre.
- La temperatura media anual, según los datos disponibles, son propias de climas templados sin acusadas diferencias debido a la influencia marítima con un valor anual de 13,47 °C. Los valores máximos se alcanzan en agosto con 19,40 °C y el mes más frío es enero con 8,45 °C.
- La temperatura máxima absoluta alcanzada en la estación de Igueldo entre 1979 y 2008 fue de 38,6 °C en agosto de 2003, y la temperatura mínima absoluta se alcanzó en enero de 1985 con un valor de -10 °C.
- Tal y como se muestra en las figuras, la evolución termométrica a lo largo del año presenta una oscilación pequeña. La diferencia de temperatura del mes más cálido (Agosto) y la del mes más frío (Enero) es de 10,95 °C (19,40 °C – 8,45 °C).
- La oscilación media diurna (diferencia entre la media de las máximas y la media de las mínimas) no varía demasiado, resultando una diferencia de 6,18 °C.
- A partir de los valores medios mensuales de precipitación y de temperaturas, se presentan los diagramas ombrotérmicos o de Gaussen, en los que se aprecia una situación de ausencia de sequía a lo largo del año, ya que la precipitación media mensual (mm) en ningún mes es menor que el doble de la temperatura media mensual (°C).

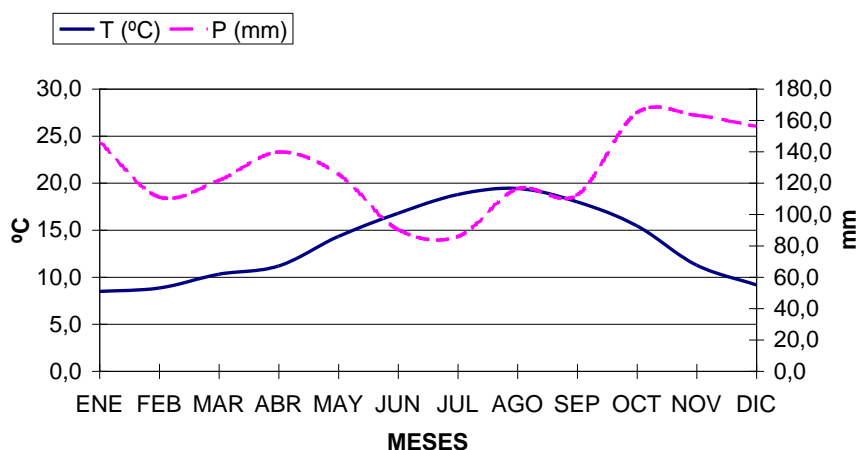
**FIGURA 1. EVOLUCIÓN DE LA PRECIPITACIÓN MENSUAL MEDIA**



**FIGURA 2. DATOS TERMOMÉTRICOS MENSUALES ANUALES**



**FIGURA 3. DIAGRAMA OMBROTÉRMICO DE GAUSSEN**



## 2.3. CLASIFICACIÓN CLIMÁTICA

### 2.3.1. Índices de caracterización climática

Con objeto de caracterizar el clima imperante en el entorno de Igueldo se ha procedido a la determinación de los índices comúnmente aceptados para tal cometido.

- Índice de aridez de Martonne
- Índice termopluviométrico de Dantín-Revenga
- Índice de pluviosidad de Lang
- Índice de sequedad estival de Giacobbe

Para estos casos, se toman los valores medios anuales de acuerdo con el Cuadro 2.

### 2.3.2. Índice de aridez Martonne

El índice de aridez de Martonne se define mediante la siguiente expresión:

$$I_a = P/(T+10)$$

donde:

$I_a$ : Índice de aridez anual

P: Precipitación media anual (mm)

T: Temperatura media anual (°C)

Este índice se puede expresar mensualmente como:

$$i_a = 12 p/(t_m+10)$$

siendo:

$i_a$ : Índice de aridez mensual

$p$ : Precipitación media mensual (mm)

$t_m$ : Temperatura media mensual (°C)

La existencia de aridez se denota, tanto a nivel anual como mensual, cuando el valor del índice es inferior a 20. Los tipos de zonas que se distinguen para los rangos de variación de este índice son los siguientes:

$I_A$	TIPO DE ZONA
0-5	Desiertos
5-10	Semidesiertos
10-20	Semiárida tipo mediterráneo
20-30	Subhúmeda
30-60	Húmeda
>60	Perhúmeda

En el caso del ámbito territorial de este proyecto, utilizando los valores de la estación de Igueldo, se obtienen los siguientes resultados:

### CUADRO 3. INDICE DE ARIDEZ DE MARTONNE

	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL
<b>Precipitación media (mm)</b>	146,2	110,9	121,5	139,5	125,6	90,2	85,7	116,1	112,1	164,6	163,0	156,0	1531,6
<b>T° media</b>	8,5	8,8	10,3	11,2	14,3	16,8	18,7	19,4	18,0	15,4	11,2	9,2	13,5
<b>Índice de aridez (mensual)</b>	95,1	70,8	71,9	79,2	62,0	40,5	35,8	47,4	48,1	77,7	92,1	97,8	<b>65,2</b>

Se presenta una situación ausente de aridez en la estación de Igueldo durante todos los meses del año.

A escala anual, el Índice De Martonne que se obtiene es:

$I_a$  IGUELDO = 65,2

En la estación de Igueldo el valor se encuentra en >60, por tanto se clasifica la zona como “Perhúmeda”.

### 2.3.2.1. Índice termopluviométrico de Dantin-Revenga

Este índice se emplea, al igual que el anterior, para discriminar la aridez climática en función de la temperatura y precipitación media.

La expresión que lo define es la siguiente:

$$I_{TP} = 100 (T/P)$$

donde:

T: Temperatura media anual (°C)

P: Precipitación media anual (mm)

Los tipos de zonas asociadas a los rangos de este índice son las que aparecen a continuación:

$I_{TP}$	TIPO DE ZONA
0-2	Húmeda
2-3	Semiárida
3-6	Árida
> 6	Subdesértica

Para los valores se obtienen los siguientes resultados anuales.

#### CUADRO 4. INDICE TERMOPLUVIOMETRICO DE DANTIN-REVENGA

Precipitación media (mm)	1531,6
Temperatura media (°C)	13,5
<b>Índice de aridez mensual</b>	<b>0,9</b>

Por lo tanto, según Dantín y Revenga la estación tiene índices correspondientes a una zona “**húmeda**”.

### 2.3.2.2. Índice de pluviosidad de Lang

Este índice se refiere a la aridez del clima, y se define mediante la siguiente expresión:

$$I_p = P / T$$

donde:

$I_p$ : Índice de Pluviosidad de Lang

P: Precipitación media anual (mm)

T: Temperatura media anual (°C)

Para este índice, las zonas se delimitan entre los tipos de zonas y el índice de pluviosidad de Lang:

$I_p$	TIPO DE ZONA
0-20	Desierta
20-40	Árida
40-60	Húmeda de estepa y sabana
60-100	Húmeda de bosques claros
100-160	Húmeda de grandes bosques
>160	Perhúmedas con prados y tundras

Los valores índices resultantes la estación seleccionada son:

#### CUADRO 5. INDICE DE PLUVIOSIDAD DE LANG

Precipitación media (mm)	1531,6
Temperatura media (°C)	13,5
<b>Índice de pluviosidad de Lang (<math>I_p</math>)</b>	<b>113,7</b>

Como los valores del índice se encuentran entre 100 y 160 para la estación de Igueldo, la zona estará incluida dentro de zona “**Húmeda de grandes bosques**”, según el mencionado índice.

### 2.3.2.3. Índice de sequedad estival de Giacobbe

Al igual que el anterior, el índice de Giacobbe se emplea para estudiar la aridez climática, considerando en este caso el periodo estival, y se define por la expresión:

$$I_g = P_e / t_{MC}$$

donde:

$I_g$ : Índice de Giacobbe

$P_e$ : Precipitación estival (mm)

$t_{MC}$ : Temperatura media de las máximas del mes más cálido (°C)

La calificación del clima atendiendo al valor de este índice se ajusta a lo siguiente:

$I_g$	TIPO DE ZONA
$I_g \leq 3$	Sequía estival acusada
$3 < I_g \leq 4,5$	Sequía estival moderada
$I_g > 4,5$	Sequía inexistente

En la zona de proyecto la precipitación estival se obtiene como la suma de la de los meses de Julio, Agosto y Septiembre, considerándose Julio como el mes más cálido para ambas estaciones.

Para la estación de la zona se obtiene:

#### CUADRO 6. INDICE DE SEQUEDAD DE GIACOBBE

Precipitación estival (mm)	313,9
Media de temperaturas máximas diarias	22,4
<b>Índice de sequedad estival (<math>I_g</math>)</b>	<b>14,0</b>

A la luz de lo anterior se puede afirmar que la zona tiene un índice de “**sequía inexistente**”.

### 2.3.3. Clasificación climática de Köppen

A continuación se procede a caracterizar el clima de la región del proyecto por el método elaborado por Köppen, que consiste en realizar, a partir de valores característicos de temperaturas y precipitaciones, sucesivas discriminaciones en grupos y subgrupos climáticos y una tercera subdivisión que matiza el tipo de verano, invierno o periodo seco.

En los cuadros siguientes aparecen los valores de las dos estaciones que se utilizarán.

**CUADRO 7. VALORES CARACTERISTICOS DE LA TEMPERATURA**

Estación	tm	tm <sub>1</sub>	tm <sub>12</sub>
Igeldo	13,5	8,5	19,4

donde:

tm: Temperatura media anual (°C)

tm<sub>1</sub>: Temperatura media del mes más frío (°C)

tm<sub>12</sub>: Temperatura media del mes más cálido (°C)

**CUADRO 8. VALORES CARACTERISTICOS DE LA PRECIPITACION**

Estación	P	P <sub>1</sub>	P <sub>i</sub>	P <sub>v</sub>	P <sub>i6</sub>	P <sub>i1</sub>	P <sub>v6</sub>	P <sub>v1</sub>
Igeldo	153,16	11,61	83,72	69,44	16,30	11,09	16,46	8,57

donde:

P: Precipitación media anual (cm)

P<sub>1</sub>: Precipitación media del mes más seco (cm)

P<sub>i</sub>: Suma de precipitación media de los seis meses más fríos (cm)

P<sub>v</sub>: Suma de precipitación media de los seis meses más cálidos (cm)

P<sub>i6</sub>: Máximo de la precipitación media de los seis meses más fríos (cm)

P<sub>i1</sub>: Mínimo de la precipitación media de los seis meses más fríos (cm)

P<sub>v6</sub>: Máximo de la precipitación media de los seis meses más cálidos (cm)

P<sub>v1</sub>: Mínimo de la precipitación media de los seis meses más cálidos (cm)



La división de las tres categorías de la clasificación climática de Köppen, se realiza en función de los valores característicos anteriores y según los siguientes criterios:

### GRUPO CLIMÁTICO

GRUPO CLIMATICO	tm <sub>1</sub>	tm <sub>12</sub>	SEQUEDAD	Comentarios
			(relación P vs tm)	
A Tropical lluvioso	≥ 18 °C			No hay estación invernal
B Seco			$P(\text{cm}) < 2 \cdot \text{tm} + 14$	Escasa pluviosidad y altas temperaturas. Climas secos. La precipitación puede estar uniformemente distribuida en el año.
			ó; $P(\text{cm}) < 2 \cdot \text{tm}$ y $P_i(\text{cm}) > 0,7 \cdot P(\text{cm})$	ó, concentrada en la estación invernal (más de un 70 % con sol bajo);
			ó; $P(\text{cm}) < 2 \cdot \text{tm} + 28$ y $P_v(\text{cm}) > 0,7 \cdot P(\text{cm})$	ó, concentrada en la estación de verano (más de un 70 % con sol alto).
C Templado húmedo, mesotérmico	≤ 18 °C y > -3°C *	> 10°C		Climas lluviosos cálidos y templados. Presentan una estación invernal y otra estival.
D Boreal, de nieve y bosque, microtérmico	≤ -3 °C *	> 10 °C		Climas fríos de los bosques boreales.
E Polar, de nieve		≤ 10 °C		Si la altitud es superior a 1500m el grupo será H (Critchfield, 1983)

### SUBGRUPO CLIMÁTICO

SUBGRUPO	CONDICION	Comentarios	GRUPOS POSIBLES
s Sommer=verano	$P(cm)_{v1} < 3 \text{ cm}$ y $P(cm)_{i6} > 3 \cdot P(cm)_{v1}$ Cs Ds	La estación seca se encuentra en el verano	C, D
w Winter=invierno	$6 \text{ cm} > P(cm)_1 < (10-0,04 \cdot P(cm))$ Aw $P(cm)_{v6} > 10 \cdot P(cm)_{i1}$ Cw $P(cm)_{v6} > 10 \cdot P(cm)_{i1}$ Dw	La estación seca está en el período invernal (Sol bajo)	A, C, D
f Fehlt=falta [estación seca]	ni s ni w $P(cm)_1 > 6 \text{ cm}$ Af Precipitación uniforme, no es s ni w Cf Precipitación uniforme, no es s ni w Df	Húmedo. No hay estación seca.	A, C, D
m Monsun=monzón	$6 \text{ cm} > P(cm)_1 > (10-0,04 \cdot P(cm))$ Am	Clima forestal lluvioso	A
W Wüste=desierto	$P(cm)_v > 0,7 \cdot P(cm)$ y $P(cm) \leq tm$ BW ó $P(cm)_v > 0,7 \cdot P(cm)$ y $P(cm) \leq tm + 14$ BW ó $P(cm)$ uniforme y $P(cm) \leq tm+7$ BW	Árido	B
S Steppe=estepa	$P(cm)_v > 0,7 \cdot P(cm)$ y $tm < P(cm) < 2 \cdot tm$ BS ó $P(cm)_v > 0,7 \cdot P(cm)$ y $tm+14 < P(cm) < 2 \cdot tm+28$ BS ó $P(cm)$ uniforme y $tm+7 < P(cm) < 2 \cdot tm+14$ BS	Semiárido	B
T Tundra	$10^\circ > tm_{12} > 0^\circ$ ET	Clima de tundra	E
F Hielo perpetuo	$0^\circ > tm_{12}$ EF	Clima de los hielos perpetuos	E

### SUBDIVISIÓN CLIMÁTICA

SUBDIVISION	CONDICION	GRUPOS POSIBLES
a veranos calurosos	$tm_{12} > 22^\circ$	C, D
b veranos cálidos	$tm_{12} < 22^\circ$ ; y $(tm_9 + tm_{10} + tm_{11} + tm_{12})/4 \geq 10^\circ$	C, D
c veranos cortos y frescos	$tm_{10}$ ó $tm_{11}$ ó $tm_{12} \geq 10^\circ$ y $tm_9 < 10^\circ$ ;	C, D
d inviernos muy fríos	$tm_1 < -38^\circ$	D
h seco y caluroso	$tm > 18^\circ$	B
k seco y frío	$tm < 18^\circ$	B

donde:

$t_i$ : es el valor de la temperatura media mensual que ocupa el puesto  $i$  en la ordenación creciente de dichos valores

Aplicando los anteriores criterios, resulta que la zona de proyecto se puede clasificar:

- **Grupo climático:** esta estación corresponde al grupo **C- Templado húmedo, mesotérmico** ya que cumple la condición de que  $T_m \leq 18 \text{ }^\circ\text{C}$  y  $> -3 \text{ }^\circ\text{C}$ .
- **Subgrupo climático:** se cumplen las características para corresponderse al subgrupo **f- falta {estación seca}**, ya que la precipitación es uniforme y no es ni **s** ni **w**.
- **Subdivisión climática:** la subdivisión es **b (veranos cálidos)**, ya que cumple las condiciones de  $t_{m12} < 22 \text{ }^\circ\text{C}$  y  $(t_{m9} + t_{m10} + t_{m11} + t_{m12}) / 4 \geq 10 \text{ }^\circ\text{C}$ .

Por tanto cabe considerar que, de acuerdo con la clasificación climática de Köppen el clima del ámbito de estudio es:

**CUADRO 9. CLASIFICACION CLIMATICA DE KÖPPEN**

Código			Nombre
C	f	b	Templado húmedo sin estación seca y veranos cálidos

### 2.3.4. Clasificación climática de papadakis

#### 2.3.4.1. Introducción

El método de clasificación de Papadakis caracteriza el clima desde un punto de vista agroecológico, utilizando fundamentalmente parámetros basados en valores extremos de las variables climatológicas, a diferencia de otros tipos de clasificaciones que utilizan valores medios.

Según esta metodología los límites de separación entre los distintos tipos climáticos se corresponden con los que se verifican naturalmente para determinados cultivos. A este respecto resultan especialmente relevantes los siguientes factores:

- calor estival,
- frío invernal,
- nivel de aridez y
- distribución anual de la aridez.

El procedimiento de Papadakis consiste en encuadrar las características climáticas de la zona analizada en un tipo de invierno y un tipo de verano, a partir de los cuales se establece el régimen térmico correspondiente. Por otra parte, en función de las precipitaciones y el balance de agua en el suelo se determina el régimen hídrico; finalmente, en función de los tipos de régimen térmico e hídrico obtenidos se establece la unidad y subunidad climática a que corresponden.

Se ha estimado a partir de la información que aporta la estación meteorológica de “Igueldo”, resumidas en el **Cuadro 2**.

#### 2.3.4.2. Tipos de invierno y verano

La determinación del tipo de invierno y de verano se realiza a partir de una serie de parámetros indicadores correspondientes a las condiciones limitativas de determinados cultivos, clasificados según sus limitaciones de calor o rigor (heladas).

Tanto los tipos de invierno como los de verano están ordenados de más cálidos o más fríos; en caso de que las condiciones de una zona supongan que sea muy fresca para un tipo, no cumpliendo alguna condición, y muy cálida para el siguiente tipo, superando alguna condición, se establece su clasificación en el segundo tipo.

En los cuadros que se incluyen a continuación se caracterizan los tipos de invierno y de verano considerados en la clasificación de Papadakis.

#### CLASIFICACIÓN DE PAPADAKIS. TIPOS DE INVIERNO

TIPO		$T_{mf}$	$t_{mf}$	$t_{mf}$
Ecuatorial				
Ec		> 7	> 18	
Tropical				
Tp	cálido	> 7	13 a 18	> 21
tP	medio	> 7	8 a 13	> 21
tp	fresco	> 7		< 21
Citrus				
Ct	tropical	- 2,5 a 7	> 8	> 21
Ci		- 2,5 a 7		10 a 21
Avena				
Av	cálido	-10 a 2,5	>- 4	> 10

### CLASIFICACIÓN DE PAPADAKIS. TIPOS DE INVIERNO

TIPO		$T_{mf}$	$t_{mf}$	$t_{Mf}$
av	fresco	> - 10		5 a 10
Triticum				
Tv	avena-trigo	-29 a -10		> 5
Ti	cálido	> -29		0 a 5
ti	fresco	> -29		< 0
Primavera				
Pr	más cálido	< -29		> -17,8
pr	más fresco	< -29		< -17,8

$T_{mf}$ : Valor medio de las temperaturas mínimas absolutas del mes más frío (°C)

$t_{mf}$ : Temperatura mínima media del mes más frío (°C)

$t_{Mf}$ : Temperatura máxima media del mes más frío (°C)

### CLASIFICACIÓN DE PAPADAKIS. TIPOS DE VERANO

TIPO	Duración de la estación libre de heladas	$t_{Mi}$	$t_{Mc}$	$t_{mc}$	$t_{m2c}$
Gossypium (algodón)					
G (más cálido)	$N_m > 4,5$	$t_{M6} > 25$	> 33,5		
g (menos cálido)	$N_m > 4,5$	$t_{M6} > 25$	< 33,5	> 20	
Cafeto (café)					
c	$N_m = 12$	$t_{M6} > 21$	< 33,5	< 20	
Oryza (arroz)					
O	$N_m > 4$	$25 > t_{M6} > 21$			
Maize (maíz)					
M	$N_d > 4,5$	$t_{M6} > 21$			
Triticum (trigo)					
T (más cálido)	$N_d > 4,5$	$t_{M6} < 21$			

### CLASIFICACIÓN DE PAPADAKIS. TIPOS DE VERANO

TIPO	Duración de la estación libre de heladas	$t_{Mi}$	$t_{Mc}$	$t_{mc}$	$t_{m2c}$
		$t_{M4} > 17$			
t (menos cálido)	$2,5 < N_d < 4,5$	$t_{M4} > 17$			
Polar cálido (taiga)					
P	$N_d < 2,5$	$t_{M4} > 10$			5
Polar frío (tundra)					
p	$N_d < 2,5$	$t_{M2} > 6$			
Frígido					
F (desértico subglacial)		$t_{M2} < 6$	$> 0$		
f (helada permanente)			$< 0$		
Andino-alpino					
A (alpino bajo)	$N_d < 2,5$ $N_n > 1$	$t_{M4} > 10$			
a (alpino alto)	$N_n < 1$	$t_{M4} > 10$			

$N_m$ : Número de meses mínimo ( $T_{mf} > 7^\circ\text{C}$ )

$N_d$ : Número de meses disponibles  $T_{mf} > 2^\circ\text{C}$ )

$N_n$ : Número de meses medio ( $T_{mf} > 0^\circ\text{C}$ )

$t_{Mi}$ : Temperatura máxima media de los  $i$  meses más cálido ( $^\circ\text{C}$ )

$t_{Mc}$ : Temperatura máxima media del mes más cálido ( $^\circ\text{C}$ )

$t_{mc}$ : Temperatura mínima media del mes más cálido ( $^\circ\text{C}$ )

$t_{m2c}$ : Temperatura mínima media de los dos meses más cálidos ( $^\circ\text{C}$ )

En el caso concreto de la zona de influencia del proyecto, los valores asociados a los parámetros que se deben tener en cuenta para la determinación del tipo de invierno, teniendo en cuenta los datos recogidos en el apéndice 2 y que el mes más frío para la estación es Enero, son los siguientes:

### CUADRO 10. PARAMETROS PARA DETERMINAR EL TIPO DE INVIERNO

PARÁMETRO	ESTACIÓN de IGUELDO
Valor medio de las temperaturas mínimas absolutas del mes más frío (°C) $T_{mf}$	-0,62
Temperatura mínima media del mes más frío (°C) $t_{mf}$	5,9
Temperatura máxima media del mes mas frío (°C) $t_{Mf}$	11

Por lo tanto, el **tipo de invierno** asociado a las estaciones consideradas es el denominado **Ci, Citrus**, ya que se verifica:

$T_{mf}$  de  $-2,5$  °C a  $7$  °C

$t_{Mf}$  de 10 a 21

Por lo que respecta al tipo de verano, se obtienen los siguientes valores consultando los datos del cuadro 2:

### CUADRO 11. PARAMETROS PARA DETERMINAR EL TIPO DE VERANO

PARÁMETRO	ESTACIÓN IGUELDO
Número de meses mínimo ( $T_{mf} > 7^{\circ}\text{C}$ ) (estación mínima libre de heladas) $N_m$	5
Número de meses disponibles ( $T_{mf} > 2^{\circ}\text{C}$ ) (estación disponible libre de heladas) $N_d$	8
Número de meses medio ( $T_{mf} > 0^{\circ}\text{C}$ ) (estación media libre de heladas) $N_n$	10
Media de las temp. máximas medias de los 6 meses más cálidos (°C) $t_{M6}$	20,2
Media de las temp. máximas medias de los 4 meses más cálidos (°C) $t_{M4}$	21,3
Media de las temp. máximas medias de los 2 meses más cálidos (°C) $t_{M2}$	22
Temperatura máxima media del mes más cálido (°C) $t_{Mc}$	22,4
Temperatura mínima media del mes más cálido (°C) $t_{mc}$	16,4
Temperatura mínima media de los dos meses más cálidos (°C) $t_{m2c}$	16,1

Luego se deduce que el **tipo de verano** que le corresponde la zona de la estación de **Igueldo** es el denominado **T (más cálido) -triticum (trigo)**, ya que se verifica:

$N_d > 4,5$  meses

$t_{M6} < 21$  °C

$t_{M4} > 17$  °C

### 2.3.4.3. Régimen térmico

Una vez determinados los tipos de invierno y de verano que corresponden a la zona analizada, se obtiene directamente el tipo de régimen térmico que se deduce de la combinación de los mismos, a partir de la relación de equivalencias que se recoge en el siguiente cuadro.

EQUIVALENCIA DE LOS REGÍMENES TÉRMICOS CON LOS TIPOS DE INVIERNO Y VERANO		
RÉGIMEN TÉRMICO	TIPO DE INVIERNO	TIPO DE VERANO
Ecuatorial:		
EQ (cálido)	Ec	G
Eq (semicálido)	Ec	g
Tropical:		
TR (cálido)	Tp	G
Tr (semicálido)	Tp	g
tR (cálido con invierno fresco)	tP	G, g
tt (fresco)	tp	O, g
Tierra templada:		
Tt (tierra templada)	Tp, tP, tp	c
tt (tierra templada fresca)	tp	T
Tierra fría:		
TF (tierra fría baja) (1)	Ct o más frío	g
Tf (tierra fría media) (1)	Ci o más frío	O, M
tf (tierra fría alta) (1)	Ci o más frío	T, t
Andino:		
An (bajo) (1)	Ti o más suave	A
an (alto) (1)	Ti o más suave	a



**EQUIVALENCIA DE LOS REGÍMENES TÉRMICOS CON LOS TIPOS DE  
INVIERNO Y VERANO**

RÉGIMEN TÉRMICO	TIPO DE INVIERNO	TIPO DE VERANO
aP (taiga andina) (1)	Ti o más suave	P
ap (tundra andina) (1)	Ti o más suave	p
aF (desierto subglacial andino) (1)	Ti o más suave	F
Subtropical:		
Ts (semitropical)	Ct	G, g
SU (subtropical cálido)	Ci, Av	G
Su (subtropical semicálido) (2)	Ci	g
Marítimo:		
Mm (supermarítimo) (3)	Ci	T
MA (marítimo cálido) (3)	Ci	O, M
Ma (marítimo fresco) (3)	av	T
ma (marítimo frío) (3), (4)	av, Ti	P
mp (tundra marítima) (3)	Ti	p
mF (desierto subglacial marítimo) (3)	Ti	F
Templado:		
TE (cálido) (TE <sub>1</sub> , TE <sub>2</sub> )	Tv, av, Av	M, O
Te (fresco)	ti, Ti	T
te (frío)	ti, Ti	t
Pampeano - Patagoniano:		
PA (pampeano) (3), (5)	Av	M
Pa (patagoniano) (3)	Tv, av, Av	t
pa (patagoniano frío) (3), (6)	Ti, av	P
Continental:		
CO (cálido) (7)	Av o más frío	g, G
Co (semicálido)	Ti o más frío	M, O

**EQUIVALENCIA DE LOS REGÍMENES TÉRMICOS CON LOS TIPOS DE  
INVIERNO Y VERANO**

RÉGIMEN TÉRMICO	TIPO DE INVIERNO	TIPO DE VERANO
co (frío)	pr, Pr	t
Polar:		
Po (taiga)	ti o más frío	P
po (tundra)	ti o más frío	p
Fr (desértico subglacial)	ti o más frío	F
fr (hielo permanente)	ti o más frío	f
Alpino:		
Al (bajo) (3)	Pr, Ti, ti	A
al (alto) (3)	Pr, Ti, ti	a

(1) El mes con la evapotranspiración potencial más elevada es anterior o es el del solsticio de verano.

(2) No puede ser TF.

(3) El mes con la evapotranspiración potencial más elevada es posterior (cuatro meses como máximo) al solsticio de verano y el régimen de humedad no es monzónico.

(4) Estación libre de heladas disponible > 2,5 meses.

(5) Media de las máximas de los seis meses más cálidos > 25°.

(6) Estación libre de heladas disponible < 2,5 meses.

(7) No se incluye la combinación de invierno Av con verano G.

Se resume el **régimen térmico** en el siguiente cuadro:

**CUADRO 12. REGIMEN TERMICO**

Estación	Régimen térmico
Estación Igueldo	<b>Mm- supermarítimo.</b>

### 2.3.4.4. Régimen de humedad

La clasificación del régimen de humedad se basa en el concepto de aridez y su distribución anual, definiéndose para su determinación los siguientes índices:

Índice de humedad anual:  $I_{ha} = P_a / ETP_a$

Índice de humedad mensual:  $I_{hm} = P_m / ETP_m$

Agua de lavado:  $L_n = \sum (P_m - ETP_m)$  cuando  $I_{hm} > 1$

Siendo  $P_a$  y  $P_m$  la precipitación media anual y mensual (mm), respectivamente, y  $ETP_a$  y  $ETP_m$  la evapotranspiración media anual y mensual (mm).

La clasificación del régimen de humedad se hace atendiendo a lo siguiente:

$I_{hm} > 1$	mes húmedo
$I_{hm} = 0,5$ a $1$	mes intermedio
$I_{hm} < 0,5$	mes seco

El valor de la evapotranspiración mensual se puede determinar, según Thornthwaite, mediante la siguiente expresión:

$$ETP = e * L$$

donde:

$$e = 1,6 (10 + tm/l)^a$$

$$a = [1,6 * 10^{-2} * I] + 0,5$$

$I$ : sumatorio de los índices de calor.  $I = \sum i$

$$i$$
: índice de calor mensual.  $i = [tm/5]^{1,514}$

$tm$ : temperatura media mensual

$L$ : factor que depende de la latitud (de la duración media de la luz solar)

	EN	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEPT	OCT	NOV	DIC	AÑO
$tm$													
$i$	$i = [tm/5]^{1,514}$						$I = \sum i$						
$e$	$e = 1,6 (10 + tm/l)^a$						$a = [1,6 * 10^{-2} * I] + 0,5$						
$L$	En la tabla (según latitud)												
$ETP$	$ETP = e * L$												

Los regímenes de humedad considerados en la clasificación de Papadakis, en función de los índices anteriores, son los que se definen a continuación:

## **HÚMEDO**

Se caracteriza por ausencia de meses secos,  $I_{ha} > 1$  y  $L_n > 20\% ETP_a$ .

Se subdivide en:

- Siempre húmedo (HU): Todos los meses son húmedos.
- Húmedo (Hu): Uno o más meses son intermedios.

## **MEDITERRÁNEO**

Se encuentra en latitudes superiores a  $20^\circ$  y está caracterizado por presentar una precipitación invernal superior a la estival.

Se subdivide en:

- Mediterráneo húmedo (ME):  $L_n > 20\% ETP_a$  y/o  $I_{ha} > 0,88$
- Mediterráneo seco (Me):  $L_n < 20\% ETP_a$ ,  $I_{ha}$  de 0,22 a 0,88 y en uno o más meses el agua disponible es igual a la ETP, con un valor medio de las temperaturas máximas superior a  $15^\circ C$ .
- Mediterráneo semiárido (me): Demasiado seco para ser Me.

## **MONZÓNICO**

Ni Húmedo, ni Desértico. El  $I_{hm}$  en Julio-Agosto es mayor que en Abril-Mayo. Julio y Agosto deben ser húmedos si lo son dos meses de invierno, en caso contrario el régimen es Estepario o Isohigro-semiárido.

## **ESTEPARIO**

Ninguno de los anteriores. Se caracteriza por la ausencia de primaveras secas: la precipitación combinada de los tres meses de primavera cubre más que la ETP correspondiente. La latitud debe ser superior a  $20^\circ$ , en caso contrario el régimen es Monzónico.

## DESÉRTICO

Todos los meses en que el valor medio de las temperaturas máximas es superior a 15°C son secos.  $I_{na} < 0,22$ .

## ISOHIGRO-SEMIÁRIDO

Demasiado seco para estepario. Demasiado húmedo para desértico. Ni mediterráneo ni monzónico.

**CUADRO 13. REGIMEN DE HUMENDAD (ESTACION IGUELDO)**

CARACTERÍSTICA	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL
Temperatura media de las máximas (°C)	11,0	11,6	13,4	14,3	17,7	19,8	21,7	22,4	21,2	18,5	13,9	11,7	16,4
Precipitación media mensual (mm)	146,2	110,9	121,5	139,5	125,6	90,2	85,7	116,1	112,1	164,6	163,0	156,0	1531,6
Evapotranspiración potencial (mm/mes)	23,2	24,9	38,3	47,1	74,9	94,8	111,7	109,0	85,0	62,8	34,5	24,6	730,9
Índice de humedad mensual(anual)	6,3	4,5	3,2	3,0	1,7	1,0	0,8	1,1	1,3	2,6	4,7	6,3	2,1
Agua de lavado	123,0	86,1	83,2	92,4	50,7	-	-	7,1	27,1	101,8	128,5	131,4	831,3

Se comprueba que la estación de Igueldo se caracteriza por ausencia de meses secos,  $I_{na} > 1$  y  $L_n > 20\%$  ETP<sub>a</sub> que corresponde a un **régimen de humedad Hu-húmedo, uno o más meses son intermedios.**

### **2.3.4.5. Tipo climático**

Finalmente, la determinación del tipo climático se efectúa directamente a partir del régimen térmico y del régimen de humedad resultantes mediante la relación de equivalencias definida por Papadakis que se recoge a continuación.

Se obtiene de esta manera, que el tipo climático correspondiente a la estación de **Igueldo es marítimo cálido.**

### CLASIFICACIÓN DE PAPADAKIS. TIPOS CLIMÁTICOS

TIPO CLIMÁTICO	RÉGIMEN TÉRMICO	RÉGIMEN HÍDRICO
TROPICAL	EQ, Eq, TR, Tr, tR, tr, Tt, tt	HU, Hu, MO, Mo, mo
Ecuatorial húmedo semi-cálido	Eq	Hu, MO (Ih>1)
Tropical húmedo semi-cálido	Tr	Hu, MO (Ih>1)
Ecuatorial-tropical seco semi-cálido	Eq, Tr	MO, Mo (Ih<1)
Ecuatorial-tropical cálido	EQ,TR	MO, Mo
Ecuatorial-tropical semi-árido	EQ, Eq, TR, Tr	mo
Tropical fresco	tr	HU, Hu, MO, Mo
Tierra templada húmeda	Tt, tt	HU, Hu, MO
Tierra templada seca	Tt, tt	Mo, mo
Tropical cálido de invierno fresco	Tr	HU, Hu, MO, Mo, mo
TIERRA FRÍA	TF, Tf, tf, An, an, aP, ap, aF	HU, Hu, MO, Mo, mo
Tierra fría semi-tropical	TF (invierno Ct)	HU, Hu, MO, Mo, mo
Tierra fría baja	TF (invierno Ci, Av)	HU, Hu, MO, Mo, mo
Tierra fría media	Tf	HU, Hu, MO, Mo, mo
Tierra fría alta	tf	HU, Hu, MO, Mo, mo
Andino bajo	An	HU, Hu, MO, Mo, mo
Andino alto	an	HU, Hu, MO, Mo, mo
Andino de taiga	aP	HU, Hu
Andino de tundra	ap	HU, Hu, MO, Mo, mo
Andino de desierto sub-glacial	af	HU, Hu, MO, Mo, mo
DESÉRTICO	Cualquiera	da, de, di, do
Desierto tropical cálido	EQ, TR, tR	da, de, di, do
Desierto subtropical cálido	Ts, SU	da, de, di, do
Desierto tropical fresco	Eq, Tr, tr	da, de, di, do
Desierto subtropical fresco	Su, MA, Mm	da, de, di, do

### CLASIFICACIÓN DE PAPADAKIS. TIPOS CLIMÁTICOS

TIPO CLIMÁTICO	RÉGIMEN TÉRMICO	RÉGIMEN HÍDRICO
Desierto de tierras altas de bajas latitudes	Tf, tt, TF, Tf, tf, An, an	da, do
Desierto continental	CO, Co, co, te	da, de, di, do
Desierto pampeano	PA, TE	da, de, di, do
Desierto patagoniano	Pa, pa	da, de, di, do
SUBTROPICAL	Ts, SU, Su	HU, Hu, MO, Mo, mo
Subtropical húmedo	SU, Su	HU, Hu
Subtropical monzónico	SU, Su	MO, Mo, mo (con primavera seca)
Semi-tropical cálido	Ts (verano G)	
Semi-tropical semi-cálido	Ts (verano g)	HU, Hu, MO, Mo, mo
Semi-tropical semi-mediterráneo	SU, Su	MO, mo (no seca la primavera)
PAMPEANO	PA, Pa, pa, TE, MA, Ma, ma, SU, Su	St, si, MO, mo; y me con Pa, pa, Te, Ma
Pampeano típico	PA	St
Pampeano de tierras altas	Pa	St
Pampeano subtropical	SU, su	St
Pampeano marítimo	TE, MA, Mm, Ma	St
Peri-pampeano monzónico	PA	Mo, mo
Peri-pampeano semiárido	PA, TE, SU, Su	si
Pradera patagoniana	Pa, pa, ma	St
Patagoniano semi-árido	Pa, pa, Ma, TE	mo, si, me
MEDITERRÁNEO	Cualquiera (Pa-pa-TE-Ma con me es PAMPEANO)	ME, Me, me
Mediterráneo subtropical	SU, Su	ME, Me
Mediterráneo marítimo	MA, Mm	ME, Me
Mediterráneo marítimo fresco	Ma	ME
Mediterráneo tropical	tr	ME, Me

### CLASIFICACIÓN DE PAPADAKIS. TIPOS CLIMÁTICOS

TIPO CLIMÁTICO	RÉGIMEN TÉRMICO	RÉGIMEN HÍDRICO
Mediterráneo templado	TE	ME, Me
Mediterráneo templado fresco	Te, te, Po, Pa, pa	ME, Me
Mediterráneo continental	CO, Co, co	ME, Me
Mediterráneo semiárido subtropical	SU, Su, Tr, tr, MA	me
Mediterráneo semiárido continental	CO, Co, co, TE, Te, te	me
<b>MARÍTIMO</b>	Mm, MA, Ma, ma, TE, Te, te, Pa, pa	HU, Hu
Marítimo cálido	MA, Mm	HU, Hu
Marítimo fresco	Ma	HU, Hu
Marítimo frío	ma	HU, Hu
Marítimo polar	mp, mF	HU, Hu
Templado cálido	TE	HU, Hu
Templado fresco	Te	HU, Hu
Templado frío	te	HU, Hu
Patagoniano húmedo	Pa, pa	HU, Hu
<b>CONTINENTAL HÚMEDO</b>	CO, Co, co	HU, Hu, MO
Continental cálido	CO	HU, Hu, Mo
Estepario semi-cálido	Co	HU, Hu, MO
Continental frío	co	HU, Hu, MO
<b>ESTEPARIO</b>	CO, Co, co, Te, te, Po. Po con invierno Pr y St (ó Po y si) es ESTEPARIO, el resto es POLAR	St, si, Mo, mo
Estepario cálido	CO	St
Estepario semi-cálido	Co	St
Estepario frío	co	St
Estepario templado	te, Te	St
Estepario polar	Po (invierno Pr)	St



**CLASIFICACIÓN DE PAPADAKIS. TIPOS CLIMÁTICOS**

<b>TIPO CLIMÁTICO</b>	<b>RÉGIMEN TÉRMICO</b>	<b>RÉGIMEN HÍDRICO</b>
Continental semi-árido	CO, Co, co, te, Po	si
Continental monzónico seco	Co, Co, co	Mo, mo
POLAR	Po, po, Fr, fr, Al, al. (Po con HU, Hu, MO, Mo, St)	Cualquiera
Taiga	Po	HU, Hu, MO, Mo, St (con invierno pr)
Tundra	po	Cualquiera
Desierto sub-glacial	Fr	Cualquiera
Hielo permanente	fr	Cualquiera
Alpino	Al, al	Cualquiera

El cuadro resumen de la clasificación de Papadakis para esta estación es el siguiente:

**CUADRO 14. RESUMEN DE LA CLASIFICACION CLIMATICA**

<b>CLASIFICACIONES CLIMÁTICAS</b>	
<b>ESTACIÓN</b>	
<b>Igueldo</b>	
<b>CLASIFICACIÓN CLIMÁTICA DE PAPADAKIS</b>	
Tipo de invierno	Ci - Citrus
Tipo de verano	T(más calido) - triticum
Régimen térmico	Mm – supermaritimo
Régimen de humedad	Hu – Húmedo
Tipo climático	Marítimo cálido

## 2.4. DÍAS APROVECHABLES PARA LA EJECUCIÓN DE LAS OBRAS

### 2.4.1. Metodología

La determinación de los días aprovechables para ejecutar las unidades y tipos de obra más significativos del proyecto se realiza a continuación siguiendo el procedimiento propuesto en la publicación Datos climáticos para carreteras, editada por la Dirección General de Carreteras.

A fin de facilitar la exposición y justificación del método, se incluyen seguidamente las definiciones básicas, citadas de la mencionada publicación:

- Día aprovechable. Para cada clase de obra se entiende por día aprovechable, en cuanto a clima se refiere, el día en que la precipitación y la temperatura del ambiente son inferior y superior, respectivamente, a los límites que se definen más adelante.
- Temperatura límite del ambiente para la ejecución de unidades bituminosas, tales como riegos, tratamientos superficiales o por penetración, y mezclas bituminosas. Es aquélla que se acepta normalmente como límite por debajo del cual no pueden ponerse en obra dichas unidades. En este estudio se toma como temperatura límite de puesta en obra de riegos, tratamientos superficiales o por penetración, la de 10°C; y para mezclas bituminosas la de 5°C.
- Temperatura límite del ambiente para la manipulación de materiales naturales húmedos. Se adopta 0°C.
- Precipitación límite. Se establecen dos valores de la precipitación límite diaria: 1 mm por día y 10 mm por día. El primer valor limita el trabajo en ciertas unidades sensibles a una pequeña lluvia; y el segundo valor limita el resto de los trabajos. Se entiende que, en general, con precipitación diaria superior a 10 mm no puede realizarse ningún trabajo sin protecciones especiales.

Para calcular el número de días aprovechables útiles en las distintas clases de obra se establecen unos coeficientes de reducción, que se aplican al número de días laborables de cada mes. Se trata de los siguientes:

- Coeficiente de reducción por helada ( $\eta_m$ ). Cociente del número de días del mes en que la temperatura mínima es superior a 0°C, al número de días del mes.

$$\eta_m = \frac{N^{\circ} \text{ de días del mes con temperatura mínima } > 0^{\circ} \text{C}}{N^{\circ} \text{ de días del mes}}$$

- Coeficiente de reducción por temperatura límite de riegos, tratamientos superficiales o por penetración ( $\tau_m$ ). Cociente del número de días del mes en que la temperatura a las 9 de la mañana es igual o superior a 10°C, al número de días del mes.

$$\tau_m = \frac{N^\circ \text{ de días del mes con temperatura a las 9 de la mañana } \geq 10^\circ C}{N^\circ \text{ de días del mes}}$$

- Coeficiente de reducción por temperatura límite de mezclas bituminosas ( $\tau'_m$ ). Cociente del número de días del mes en que la temperatura a las 9 de la mañana es igual o superior a  $5^\circ C$ , al número de días del mes.

$$\tau'_m = \frac{N^\circ \text{ de días del mes con temperatura a las 9 de la mañana } \geq 5^\circ C}{N^\circ \text{ de días del mes}}$$

- Coeficiente de reducción por lluvia límite general de trabajos ( $\lambda_m$ ). Cociente del número de días del mes en que la precipitación es inferior a 10 mm, al número de días del mes.

$$\lambda_m = \frac{N^\circ \text{ de días del mes con precipitación } < 10 \text{ mm}}{N^\circ \text{ de días del mes}}$$

- Coeficiente de reducción por lluvia límite parcial de trabajos ( $\lambda'_m$ ). Cociente del número de días del mes en que la precipitación es inferior a 1 mm, al número de días del mes.

$$\lambda'_m = \frac{N^\circ \text{ de días del mes con precipitación } < 1 \text{ mm}}{N^\circ \text{ de días del mes}}$$

#### 2.4.2. Días aprovechables

Para el cálculo de los coeficientes antedichos se han utilizado los datos correspondientes a la estación seleccionada para el estudio climatológico.

Los valores que se han obtenido se recogen en los Apéndices; para los valores de la temperatura a las 9 de la mañana se han considerado los registrados a las 7 h del horario solar, que corresponde a las 9 h del horario oficial en verano y a las 8 h del horario oficial en invierno, y no se han tomado en consideración los meses en los que estas temperaturas no han sido medidas todos los días para no distorsionar los resultados.

Los valores medios resultantes para cada uno de los condicionantes climáticos a considerar y los coeficientes reductores correspondientes se exponen en el **Cuadro 15**.

**CUADRO 15. VALORES CLIMATICOS CONDICIONANTES Y COEFICIENTES REDUCTORES**

PARÁMETRO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	AÑO
Nº DÍAS $T_{\min} > 0^{\circ}\text{C}$	28,5	26,2	30,5	30,0	31,0	30,0	31,0	31,0	30,0	31,0	29,4	29,6	358,2
COEFICIENTE $\eta_m$	0,92	0,94	0,98	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	0,98	0,96	0,98
COEFICIENTE $\tau_m$	0,25	0,3	0,62	0,52	0,95	1	1	1	1	0,83	0,4	0,3	0,68
COEFICIENTE $\tau'_m$	0,7	0,72	0,88	0,9	1	1	1	1	1	1	0,92	0,81	0,91
Nº DÍAS $P < 10\text{mm}$	25,8333	23,9	26,3667	25,1	27,0667	27,5	28,2667	27,7667	26,2	25,5667	24,0333	25,4	313
COEFICIENTE $\lambda_m$	0,83	0,85	0,85	0,84	0,87	0,92	0,91	0,90	0,87	0,82	0,80	0,82	0,86
Nº DÍAS $P < 1\text{mm}$	17,9	16,2	18,4	16,4667	18,9667	19,1333	21,2	20,4333	19,7667	18,9333	17,5	18,4667	223,367
COEFICIENTE $\lambda'_m$	0,58	0,58	0,59	0,55	0,61	0,64	0,68	0,66	0,66	0,61	0,58	0,60	0,61

Todos los datos recopilados de la estación de Igueldo. Coeficientes  $\tau_m$  y  $\tau'_m$  sacados del documento Datos climáticos para carreteras, editada por la Dirección General de Carreteras.

A continuación se indican aquellos factores que se consideran limitantes para la ejecución de las unidades de obra más significativas del proyecto.

FACTORES LIMITANTES PARA LA EJECUCIÓN DE LAS OBRAS					
TIPO DE OBRA	$T_{\min} \leq 0^{\circ}\text{C}$	$T_{9h} < 5^{\circ}\text{C}$	$T_{9h} < 10^{\circ}\text{C}$	$P \geq 1\text{ mm}$	$P \geq 10\text{ mm}$
Explanaciones	SI	-	-	SI	SI
Hormigones	SI	-	-	-	SI
Producción de áridos	-	-	-	-	SI
Riegos y tratamientos superficiales	-	SI	-	SI	-
Mezclas bituminosas	-	-	SI	SI	-

Como los condicionantes de tipo termométrico y pluviométrico cuentan con una probabilidad independiente de ocurrencia, en caso de producirse cualquiera de ellos debe suspenderse la ejecución de las obras, para aquellas unidades de obra en que concurren ambos se considera como coeficiente de reducción el producto de los coeficientes correspondientes a ambos factores. Por lo tanto, los coeficientes reductores a aplicar para las principales unidades de obra son los siguientes:

- Explanaciones:  $CE = \eta m \cdot (\lambda m + \lambda' m)/2$
- Hormigones:  $CH = \eta m \cdot \lambda m$
- Producción de áridos:  $CA = \lambda m$
- Riegos y tratamientos superficiales:  $CR = \tau m \cdot \lambda' m$
- Mezclas bituminosas:  $CM = \tau' m \cdot \lambda' m$

Los valores resultantes para estos coeficientes de reducción en cada uno de los meses del año se exponen en el **Cuadro 16**.

**CUADRO 16. COEFICIENTE DE REDUCCIÓN POR DIAS UTILES**

TIPO DE OBRA	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	AÑO
<b>Explanaciones</b>	0,647	0,670	0,711	0,692	0,742	0,777	0,798	0,777	0,766	0,718	0,679	0,677	0,721
<b>Hormigones</b>	0,765	0,799	0,837	0,836	0,873	0,917	0,912	0,896	0,873	0,825	0,786	0,784	0,842
<b>Producción de áridos</b>	0,833	0,854	0,851	0,837	0,873	0,917	0,912	0,896	0,873	0,825	0,801	0,819	0,858
<b>Riegos y tratamientos sup.</b>	0,14	0,17	0,37	0,29	0,58	0,64	0,68	0,66	0,66	0,51	0,23	0,18	0,43
<b>Mezclas bituminosas</b>	0,40	0,42	0,52	0,49	0,61	0,64	0,68	0,66	0,66	0,61	0,54	0,48	0,56

Para el cálculo de los días en los que realmente se puede trabajar en cada mes intervienen dos factores de reducción:

- Los días festivos; que son variables según el año y la localidad, pero cuya importancia es notable: su coeficiente de reducción puede establecerse en cada caso a la vista del calendario laboral. Así, teniendo en cuenta el calendario laboral del 2009 para la provincia de Gipuzkoa, y contando los sábados como no laborables, se puede considerar aproximadamente:

**CUADRO 17. COEFICIENTE DE REDUCCIÓN POR DIAS FESTIVOS**

PARÁMETRO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	AÑO
<b>Nº días laborales</b>	19	20	21	19	20	22	22	21	22	21	21	21	249
<b>Nº días festivos</b>	12	8	10	11	11	8	9	10	8	10	9	10	116
<b>Cf</b>	0,613	0,714	0,677	0,633	0,645	0,733	0,710	0,677	0,733	0,677	0,700	0,677	0,682

- Los días de climatología adversa; cuyo coeficiente de reducción ya se ha calculado en el cuadro 16.

Como puede darse que los días festivos sean de climatología adversa, se admite el siguiente criterio de cálculo el coeficiente total de reducción: si para un mes determinado  $C_f$  representa el coeficiente de reducción de días festivos, y el  $C_m$  el coeficiente de reducción climatológico para una clase de obra determinada,  $(1 - C_m)$  representa la probabilidad de que un día cualquiera del mes presente climatología adversa para dicha clase de obra; y  $(1 - C_m) * C_f$  la probabilidad de que un día laborable presente una climatología adversa.

El coeficiente de reducción total será por tanto:

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

**CUADRO 18. COEFICIENTE DE REDUCCIÓN TOTALES**

TIPO DE OBRA	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	AÑO
<b>Explanaciones</b>	0,78	0,76	0,80	0,80	0,83	0,84	0,86	0,85	0,83	0,81	0,78	0,78	0,81
<b>Hormigones</b>	0,86	0,86	0,89	0,90	0,92	0,94	0,94	0,93	0,91	0,88	0,85	0,85	0,89
<b>Producción de áridos</b>	0,90	0,90	0,90	0,90	0,92	0,94	0,94	0,93	0,91	0,88	0,86	0,88	0,90
<b>Riegos y tratamientos sup.</b>	0,48	0,41	0,57	0,55	0,73	0,73	0,78	0,77	0,75	0,67	0,46	0,44	0,61
<b>Mezclas bituminosas</b>	0,63	0,58	0,68	0,68	0,75	0,73	0,78	0,77	0,75	0,74	0,68	0,65	0,70

Por lo tanto, el número de días previsiblemente aprovechables para cada uno de los tipos de actividades considerados serán los que se recogen en cuadro siguiente.

**CUADRO 19. DIAS UTILES DE OBRA**

TIPO DE OBRA	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	AÑO
<b>Explanaciones</b>	15	15	17	15	17	18	19	18	18	17	16	16	202
<b>Hormigones</b>	16	17	19	17	18	21	21	20	20	19	18	18	222
<b>Producción de áridos</b>	17	18	19	17	18	21	21	20	20	19	18	18	225
<b>Riegos y tratamientos sup.</b>	9	8	12	10	15	16	17	16	16	14	10	9	151
<b>Mezclas bituminosas</b>	12	12	14	13	15	16	17	16	16	15	14	14	174

### 3. HIDROLOGÍA

#### 3.1. INTRODUCCIÓN

En este apartado se definen los parámetros hidrológicos así como el procedimiento de cálculo a utilizar para obtener los caudales a desaguar por cada obra de drenaje. El paso previo más importante para diseñar una obra de drenaje es el establecimiento del *caudal de diseño*. Este caudal puede definirse como el caudal máximo que puede circular por una obra de desagüe sin riesgo alguno para la infraestructura ni interrupción del servicio. Por tanto, el caudal no se determina con los procedimientos hidrológicos habituales en estudios de abastecimiento, basados en fenómenos ordinarios, sino con un estudio de los fenómenos extraordinarios.

La metodología a aplicar para el cálculo de caudales asociados a diferentes períodos de retorno depende del tamaño y naturaleza de las superficies aportantes. Cuando se tienen cuencas pequeñas resultan adecuados los métodos hidrometeorológicos, como es el caso del método racional. Estos se basan en aplicar una intensidad media de precipitación a la superficie de la cuenca, estimando con ello su escorrentía. Esto equivale a admitir que la única componente de esa precipitación que interviene en la generación de caudales máximos es la que escurre superficialmente.

En el caso particular del presente proyecto, las superficies interceptadas por la carretera y estación de ferrocarril son de un tamaño muy pequeño, motivo por el cual son de aplicación los métodos hidrometeorológicos.

Para obtener los caudales de diseño se va a utilizar el procedimiento de cálculo establecido por la Instrucción 5.2-IC “Drenaje superficial” del Ministerio de Fomento. En ella se utiliza de una forma particular el método racional, según la metodología que se expone en el siguiente apartado.

#### 3.2. DELIMITACIÓN Y CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DE LAS CUENCAS

Las superficies interceptadas por la traza de la plataforma que tienen una superficie vertiente significativa se han delimitado sobre cartografía a escala 1:1.000 y están reflejadas en el plano “cuencas”. Una vez representadas las cuencas, se han deducido sus características físicas: superficie, longitud y cotas extremas y pendiente del curso principal.

En este proyecto en concreto el flujo se canaliza a través del drenaje longitudinal, y es estimado que el recorrido del flujo disperso por la plataforma no excederá de 3 min. En cuanto al tiempo de concentración de cada una, la expresión utilizada es la siguiente:

$$T_c = 0,05 + 0,1 \cdot \left[ \frac{L}{J^{1/4}} \right]^{0,76}$$

donde:

T<sub>c</sub> = Tiempo de concentración (horas)

L = Longitud del curso principal (km)

J = Pendiente media del curso principal (m/m)

En el Cuadro 1 están caracterizadas las cuencas que se han identificado siguiendo la operativa antedicha.

**CUADRO 1. CARACTERISTICAS FISICAS DE LAS CUENCAS**

NUMERO CUENCA	IDENTIFICACIÓN DE LA CUENCA	SUPERFICIE (Km2)	LONGITUD (Km)	Zmáx (msnm)	Zmín (msnm)	DESNIVEL (m)	PENDIENTE (m/m)	Tc (h)
C1	---	0.00542	0.100	25.40	13.15	12.25	0.123	0.076
C2	ESTACION DE TREN	0.00600	0.174	11.60	11.20	0.40	0.002	0.134

La cuenca C1 actualmente está recogida mediante una cuneta a pie de terraplen y sumideros los cuales evacuan la escorrentía de lluvia hasta las redes de drenaje existente. Esta cuenca no afecta al proyecto.

### 3.3. METODOLOGÍA

#### 3.3.1. Introducción

Para dimensionar las obras de drenaje de una infraestructura lineal es suficiente, normalmente, conocer los caudales punta. Para la aplicación del método hidrometeorológico, es necesario concretar una serie de parámetros básicos, cuales son la máxima precipitación diaria y el umbral de escorrentía. A continuación se describe el proceso de caracterización de cada uno de estos parámetros.

#### 3.3.2. Cálculo de las intensidades máximas de duración inferior a 24 horas

La intensidad de lluvia a considerar para la determinación de un caudal estimado de avenida máxima depende del Tiempo de concentración y del Periodo de retorno:

##### 3.3.2.1. Tiempo de concentración

El tiempo de concentración es el tiempo transcurrido desde el final de la lluvia neta (la que produce escorrentía) hasta el final de la escorrentía superficial provocada en la cuenca. En cuanto al tiempo de concentración que interviene en el calculo de caudales a desaguar por el drenaje se propone estimarlo por la formula siguiente:

$$T_c = 0,05 + 0,1 \left( \frac{L}{J^{0,25}} \right)^{0,76}$$

Siendo:



- Tc: Tiempo de concentración en horas.  
L: Longitud del cauce principal en Km  
J: Pendiente media de la cuenca en tanto por uno.

### **3.3.2.2. Periodo de retorno**

Se define siempre en correspondencia con un valor numérico que mide la magnitud de un fenómeno (intensidad de lluvia, caudal de avenida,...), y es un intervalo de tiempo de una duración tal que el valor de referencia es alcanzado o superado en media, al menos una vez cada intervalo de esa duración en que puede subdividirse una serie indefinida de acontecimientos de dicho fenómeno.

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

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

El riesgo de obstrucción por obras de drenaje transversal se establece como alto el riesgo de obstrucción de las obras de drenaje, se dimensionan para un período de retorno de 100 años con el objetivo de minimizar los daños producidos en el propio elemento de drenaje y en la plataforma y las sobreelevaciones producidas por las obras de drenaje y sus afecciones a núcleos poblados o industriales, con el riesgo de pérdida de vidas humanas o graves daños personales. En este proyecto no hay ninguna obra de drenaje transversal que pudiera condicionar un alto riesgo para las nuevas plataformas.

### **3.3.2.3. Datos de precipitación**

#### **a. Introducción**

Se analiza los datos de precipitación máxima diaria mediante el procedimiento de la Dirección General de Carreteras del Ministerio de Fomento publicó en 1999 la monografía denominada "Máximas lluvias diarias en la España Peninsular". Se aplica el procedimiento expuesto en la monografía tomando los datos según las coordenadas de ubicación del proyecto y se realiza el ajuste por el método de máxima verosimilitud.

#### **b. Máxima precipitación diaria**

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 isolinéas 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.

#### VALORES DEL FACTOR REGIONAL $Y_t$

COEFICIENTE DE VARIACIÓN ( $C_v$ )	PERIODO DE RETORNO (AÑOS)							
	2	5	10	25	50	100	200	500
0,3	0,935	1,194	1,377	1,625	1,823	2,022	2,251	2,541
0,31	0,932	0,198	1,385	1,64	1,854	2,068	2,296	2,602
0,32	0,929	1,202	1,4	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	1,93	2,174	2,434	2,785
0,35	0,921	1,217	1,438	1,732	1,961	2,22	2,48	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	1,24	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
0,4	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	2,48	2,8	3,25
0,43	0,901	1,263	1,534	1,9	2,205	2,51	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

COEFICIENTE DE VARIACIÓN (C <sub>v</sub> )	PERIODO DE RETORNO (AÑOS)							
	2	5	10	25	50	100	200	500
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
0,5	0,885	1,297	1,61	2,052	2,403	2,785	3,189	3,738
0,51	0,883	1,301	1,625	2,068	2,434	2,815	3,22	3,799
0,52	0,881	1,308	1,64	2,098	2,464	2,861	3,281	3,86

En definitiva, según la monografía, el proceso a seguir para determinar la máxima precipitación en un emplazamiento determinado, correspondiente a diversos periodos de recurrencia, se sintetiza en lo que sigue:

- Para el ámbito territorial abarcado por el tramo del proyecto constructivo, y mediante la información del “Mapa de máximas precipitaciones diarias” -tomada de la monografía aludida-, se calculan los coeficientes de variación de la ley de frecuencias utilizada la denominada SQRT-ET máx- y el valor medio de la precipitación máxima que se deduce de esa ley.
- Para un periodo de retorno determinado y el valor del coeficiente de variación antes obtenido, se determina, mediante el factor regional Y<sub>t</sub> que debe afectar al valor medio de la precipitación para obtener el valor de la precipitación máxima, en mm/día, correspondiente al periodo de retorno en cuestión.

Se identifica la ubicación de la traza según los puntos de coordenadas seleccionados en la estación de Usurbil, la cual se indican los parámetros de C<sub>v</sub> y Precipitación media:

Coord. “X” USO 30	Coord. “Y” USO 30	Coeficiente de variación C <sub>v</sub>	Valor medio de la máxima precipitación
577010	4791279	0.3790	74

### 3.3.3. Cálculo de las intensidades máximas de duración inferior a 24 horas para distintos periodos de retorno

Las intensidades se calcularán según el método descrito en la Instrucción 5.2-IC "Drenaje superficial".

El aguacero, a efectos de cálculo, queda definido por la intensidad  $I$  (mm/hora) de precipitación media, que es función de la duración del intervalo considerado, y de la intensidad de precipitación media diaria ( $Pd/24$ ) para un periodo de retorno de referencia. Por su parte, de acuerdo con lo asumido en el método hidrometeorológico, la duración del aguacero que se considera en los cálculos de la intensidad es igual al del tiempo de concentración de la cuenca.

Obtenemos del mapa de isólinas de la figura 2.2 la relación  $I1/I_d$  correspondiente a nuestra zona de actuación, siendo  $I_1$  la intensidad horaria de precipitación e  $I_d$  la intensidad diaria.



**RELACIÓN ENTRE LAS INTENSIDADES DE LLUVIA HORARIA Y DIARIA ( $I_1/I_d$ )**

Mapa de isólinas  $I_1/I_d$  (fig. 2.2. de la Instrucción)

La intensidad de precipitación media para un periodo de retorno dado se obtiene a partir de las siguientes expresiones:

$$\frac{I}{I_d} = \left[ \frac{I_1}{I_d} \right] \frac{28^{0,1} \cdot D^{0,1}}{28^{0,1} - 1}$$

donde:

D = Duración de la lluvia en horas = Tc

I = Intensidad media de la lluvia en un intervalo de duración D para un periodo de retorno dado, con t en horas e It en mm/h.

I<sub>d</sub> = Intensidad diaria de la lluvia para ese mismo periodo de retorno (P\*d/24).

I1/I<sub>d</sub> = Relación entre la intensidad de lluvia horaria y la diaria independiente del periodo de retorno y que puede obtenerse para el territorio nacional, de la figura adjunta.

Conocidos I1/I<sub>d</sub> e I<sub>d</sub>, se obtiene It.

La relación I1/I<sub>d</sub> para la zona de la actuación es de 9.

### 3.3.4. Coeficiente de escorrentía

Junto con la precipitación máxima, el coeficiente de escorrentía es el otro factor en que se apoya el método hidrometeorológico para el cálculo de caudales punta; como es sabido, este umbral determina la parte de lluvia que se transforma en escorrentía superficial.

La expresión que evalúa el valor del coeficiente de escorrentía a partir de la información de la precipitación y del valor del umbral de escorrentía es la que se concreta a continuación, que se obtiene de la propuesta que, al respecto, ha realizado el Servicio de Conservación del Suelo de los Estados Unidos de Norteamérica:

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

donde:

C = Coeficiente de escorrentía (adimensional).

Pd\* = Precipitación máxima diaria modificada, correspondiente al periodo de retorno considerado (mm).

Po = Umbral de escorrentía (mm).

### 3.3.5. Evaluación del caudal punta

El caudal punta de la avenida afluyente a la traza, Q (en m<sup>3</sup>/s), para un periodo de retorno dado se obtiene, de acuerdo con el método hidrometeorológico, mediante la expresión:

$$Q = K \frac{CIA}{3,6}$$

donde:

K = Coeficiente que tiene en cuenta la falta de uniformidad en la distribución temporal del aguacero. Viene determinado, en función del tiempo de concentración de la cuenca, mediante la expresión

$$K = \frac{1 + T_c^{1,25}}{T_c^{1,25} + 14}$$

C = Coeficiente de escorrentía del intervalo donde se produce I.

I = Máxima intensidad media (mm/h) en el intervalo de tiempo deseado (D = Tc).

A = Superficie de la cuenca (km<sup>2</sup>)

Por su parte, para el cálculo de los caudales a desaguar en el sentido longitudinal de la traza, deben definirse los valores puntuales de la intensidad de la lluvia media diaria y del umbral de escorrentía del terreno a lo largo del trazado; ambos aspectos se cumplimentan posteriormente.

### 3.4. APLICACIÓN DEL MÉTODO HIDROMETEOROLÓGICO

#### 3.4.1. Precipitación de cálculo

Se identifica la ubicación de la traza según los puntos de coordenadas seleccionados en la estación de Usurbil, la cual se indican los parámetros de Cv y Precipitación media:

Coord. "X"	Coord. "Y"	Coeficiente de variación Cv	Valor medio de la máxima precipitación
USO 30	USO 30		
577010	4791279	0,3790	74

Los cuantiles de máximas precipitaciones calculados según el mapa de máximas lluvias diarias de la D.G.C. en la estación de Usurbil son:

Años	Y <sub>T</sub>	1024E San Sebastian "Igueldo"
2	0,919	68
5	1,243	92
10	1,473	109
25	1,784	132
50	2,054	152
100	2,311	171
300	2,784	206
500	3,000	222

En la tabla adjunta se reflejan las precipitaciones máximas diarias obtenidas de la bibliografía de “Máximas Lluvias Diarias en la España Peninsular” para los periodos de retorno de 2, 5, 10, 25, 50, 100, 300 y 500 años en la estación de Usurbil de Eusko Trenbideak:

**CUADRO 2. PRECIPITACIONES DE CALCULO**

Periodo de retorno	2	5	10	25	50	100	300	500
<b>Precipitación</b>	68	92	109	132	152	171	206	222

### 3.4.2. Umbral de escorrentía

El umbral de escorrentía se define como la mínima cantidad de agua que tiene que llover inicialmente hasta que empieza escurrir por el terreno. En función de la pendiente y naturaleza del terreno y del uso del suelo, se estima para cada cuenca un **valor inicial del umbral de escorrentía Po**. En aquellas cuencas donde coexistan distintos terrenos y cultivos, el Po total es la media ponderada de los distintos Po obtenidos.

Para la determinación de los valores del umbral de escorrentía asociado a las cuencas que afluyen al trazado de la nueva plataforma, en cada una de ellas se ha caracterizado el complejo suelo-vegetación y las condiciones iniciales de humedad, mediante su discretización en recintos diferentes según la combinación de las pendientes, usos del suelo y de grupo hidrológico del suelo.

Todas las cuencas tienen una pendiente media mayor o igual al 3%.

El mapa de usos del suelo –representado en el “Mapa usos del suelo” -, se ha preparado a partir de la información de Mapas de Vegetación de la Comunidad Autónoma del País Vasco (MAPA) a escala 1:25.000, y de las visitas a la zona. Con ello se ha obtenido la clasificación de usos del suelo.

Con ello se ha clasificado los suelos de las cuencas en el grupo hidrológico, tipo B de la Tabla 2-1 del umbral de escorrentía Po, de la Instrucción de Carreteras 5.2-IC, Drenaje superficial, la cual se acompaña a continuación:

Uso de la tierra	Pendiente (%)	Características hidrológicas	Grupo de suelo			
			A	B	C	D
Rotación de cultivos pobres	≥3	R	26	15	9	6
		N	28	17	11	8
	<3	R/N	30	19	13	10
Rotación de cultivos densos	≥3	R	37	20	12	9
		N	42	23	14	11
	<3	R/N	47	25	16	13
Praderas	≥3	Pobre	24	14	8	6
		Media	53	23	14	9

Uso de la tierra	Pendiente (%)	Características hidrológicas	Grupo de suelo			
		Buena	*	33	18	13
		Muy buena	*	41	22	15
	<3	Pobre	58	25	12	7
		Media	*	35	17	10
		Buena	*	*	22	14
		Muy buena	*	*	25	16

Uso de la tierra	Pendiente (%)	Características hidrológicas	Grupo de suelo			
			A	B	C	D
Plantaciones regulares de aprovechamiento forestal	≥3	Pobre	62	26	15	10
		Media	*	34	19	14
		Buena	*	42	22	15
	<3	Pobre	*	34	19	14
		Media	*	42	22	15
		Buena	*	50	25	16
Masas forestales (bosques, monte bajo...)	Cualquiera	Muy clara	40	17	8	5
		Clara	60	24	14	10
		Media	*	34	22	16
		Espesa	*	47	31	23
		Muy espesa	*	65	43	33
Barbecho	≥3	R	15	8	6	4
		N	17	11	8	6
	<3	R/N	20	14	11	8
Cultivos en hilera	≥3	R	23	13	8	6
		N	25	16	11	8
	<3	R/N	28	19	14	11



Uso de la tierra	Pendiente (%)	Características hidrológicas	Grupo de suelo			
			A	B	C	D
Plantaciones regulares de	$\geq 3$	Pobre	62	26	15	10
Cereales de invierno	$\geq 3$	R	29	17	10	8
		N	32	19	12	10
	$< 3$	R/N	34	21	14	12

NOTAS: 1.- N denota cultivo según las curvas de nivel; R, según las líneas de máxima pendiente

2.- \* denota que esa parte de cuenca debe considerarse inexistente a efectos de cálculo de caudales de avenida.

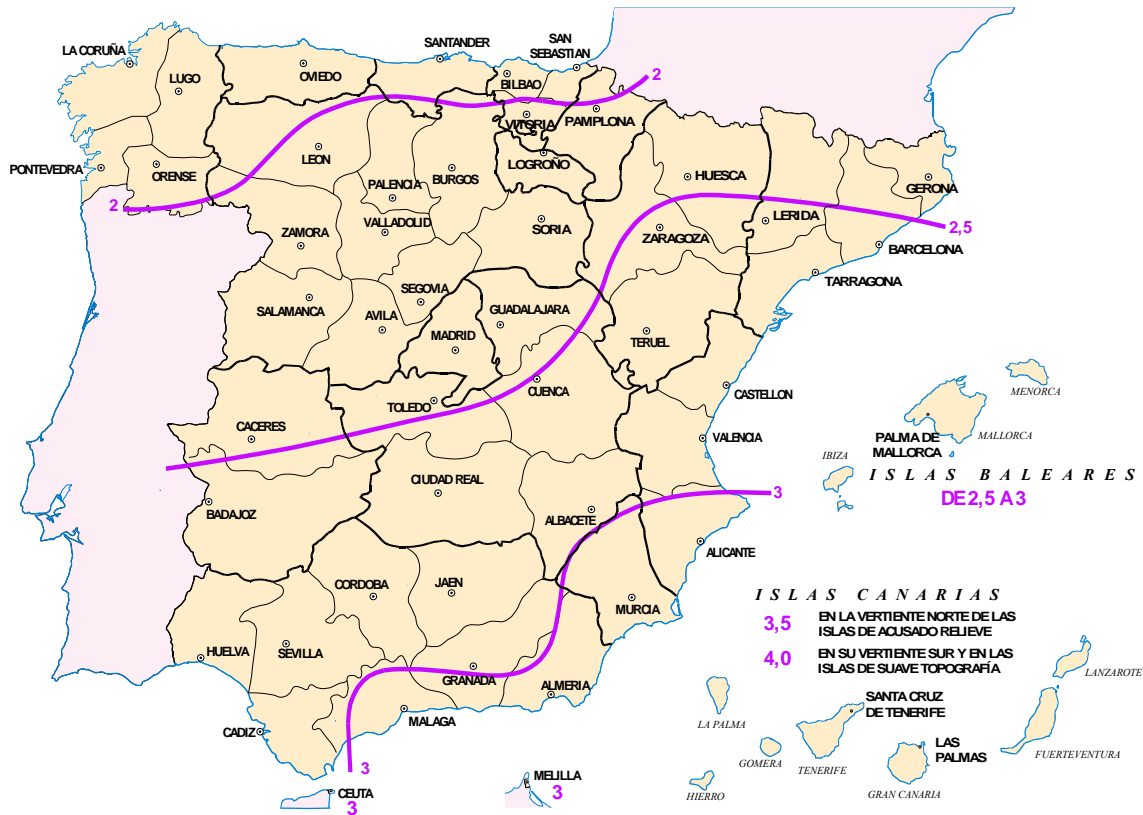
3.- Las zonas abancaladas se incluirán entre las de pendiente menor del 3 %.

Tipo de terreno	Pendiente (%)	Umbral de escorrentía (mm)
Rocas permeables	$\geq 3$	3
	$< 3$	5
Rocas impermeables	$\geq 3$	2
	$< 3$	4
Firmes granulares sin pavimento	Cualquiera	2
Adoquinados		1.5
Pavimentos bituminosos o de hormigón		1

A partir de la información del plano de usos del suelo y de los valores del umbral de escorrentía que figuran en la Tabla 2-1 anteriormente citada, es posible determinar el valor del umbral de escorrentía de cada una de las cuencas analizadas.

El umbral de escorrentía así obtenido se ha multiplicado por un coeficiente corrector que 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 2.



### COEFICIENTE CORRECTOR DEL UMBRAL DE ESCORRENTIA

Los valores del umbral de escorrentía así obtenidos están destinados a viabilizar el dimensionamiento del drenaje transversal. En el Cuadro 14 aparecen los valores del umbral de escorrentía;

**Cuadro 3. Umbral de escorrentía**

**Cálculo de los umbrales de escorrentía para cada cuenca, midiendo las áreas de los distintos usos del suelo**

Factor de corrección regional del umbral de escorrentía = 2

CUENCA	IDENTIFICACION	Pendiente	Superficie (km <sup>2</sup> )	Uso de la tierra	Grupo de suelo	Po inicial (mm)	Factor de corrección	Po final (mm)	Po * S	Po promedio (mm)
C1	---	>3%	0.0054	zonas ajardinadas	C	14	2	28	0.15	
			0.0000	zonas de balasto	C	3	2	6	0.00	
			0.0000	zonas pavimentadas	C	1	2	2	0.00	<b>28</b>
C2	ESTACION DE TREN	<3%	0.0011	zonas ajardinadas	C	17	2	34	0.04	
			0.0027	zonas de balasto	C	5	2	10	0.02	
			0.0022	zonas pavimentadas	C	1	2	2	0.00	<b>12</b>

**3.4.3. Valores del coeficiente de escorrentía para cada cuenca**

Los coeficientes de escorrentía para cada cuenca y periodo de retorno se han obtenido según el método propuesto por la Instrucción 5.2-IC, y que se basa en la obtención del umbral de escorrentía (Po) de la cuenca. En el Cuadro 15 aparecen los valores del coeficiente de escorrentía:

**CUADRO 4. COEFICIENTES DE ESCORRENTÍA**

Periodo de retorno (años)		2	5	10	25	50	100	300	500
Precipitación 24 h. (mm/día)		68.0	92.0	109.0	132.0	152.0	171.0	206.0	222.0
Cuenca	Po*	C							
C1	28	0.20	0.29	0.35	0.42	0.47	0.51	0.57	0.60
C2	12	0.49	0.60	0.65	0.71	0.75	0.78	0.83	0.84
Plataforma	2	0.93	0.96	0.97	0.98	0.98	0.98	0.99	0.99
Balastos	5	0.76	0.83	0.87	0.90	0.92	0.93	0.95	0.95

#### 3.4.4. Intensidad de lluvia

Según la metodología expuesta en el apartado 2.3 y los valores del tiempo de concentración en el 2.2, en el Cuadro 16 se observa las intensidades de lluvia de cada cuenca para cada periodo de retorno;

**CUADRO 5. INTENSIDADES DE LLUVIA**

Periodo de retorno (años)			2	5	10	25	50	100	300	500
Precipitación 24 h. (mm/día)			68.0	92.0	109.0	132.0	152.0	171.0	206.0	222.0
Cuenca	Tc (horas)	Tc (minutos)	It							
C1	0.076	5	90	122	145	175	202	227	273	294
C2	0.134	8	70	95	112	136	157	176	212	229

### 3.4.5. Caudales de diseño del proyecto

En el Cuadro 6 están reflejados los caudales punta de cada una de las cuencas definidas por la intercepción de la nueva plataforma con el terreno; estos valores son los que se obtienen como resultado de aplicar el método hidrometeorológico. Además también están reflejados los valores de precipitación para distintos periodo de retorno, así como el valor del umbral de escorrentía.

Los caudales de cada cuenca se han obtenido con la formulación del Método Racional especificado en el apartado 2.3 de este anejo.

Los caudales desaguados por cada cuenca se han calculado para los periodos de retorno de 2, 5, 10, 25, 50, 100, 200 y 500 años.

En el Cuadro 6 se observan los caudales obtenidos en las cuencas y en el Cuadro 7 el caudal de cálculo por Km<sup>2</sup> en el firme de la carretera y balastos en la estación de ferrocarril.

*CUADRO 6. CÁLCULO CAUDALES DE DISEÑO. INSTRUCCIÓN 5.2-IC*

CUENCA	IDENTIFICACION	Area (km <sup>2</sup> )	Tc (horas)	Coeficiente K	T = 2 años			T = 5 años			T = 10 años			T = 25 años			T = 50 años			T = 100 años			T = 300 años			T = 500 años		
					C	lt (mm/h)	Caudal de diseño (m <sup>3</sup> /s)	C	lt (mm/h)	Caudal de diseño (m <sup>3</sup> /s)	C	lt (mm/h)	Caudal de diseño (m <sup>3</sup> /s)	C	lt (mm/h)	Caudal de diseño (m <sup>3</sup> /s)	C	lt (mm/h)	Caudal de diseño (m <sup>3</sup> /s)	C	lt (mm/h)	Caudal de diseño (m <sup>3</sup> /s)	C	lt (mm/h)	Caudal de diseño (m <sup>3</sup> /s)	C	lt (mm/h)	Caudal de diseño (m <sup>3</sup> /s)
C1	---	0.0054	0.076	1.00	0.20	90	0.027	0.29	122	0.054	0.35	145	0.077	0.42	175	0.110	0.47	202	0.142	0.51	227	0.174	0.57	273	0.236	0.60	294	0.266
C2	ESTACION TREN	0.0060	0.134	1.01	0.49	70	0.058	0.60	95	0.095	0.65	112	0.123	0.71	136	0.163	0.75	157	0.198	0.78	176	0.232	0.83	212	0.294	0.84	229	0.323

CUADRO 7. CÁLCULO CAUDALES DE PROYECTO EN PLATAFORMA. INSTRUCCIÓN 5.2-IC

Tiempo de concentración Tc (horas)	Tiempo de concentración Tc (minutos)	Tipo de suelo	T = 10 años				T = 25 años				T = 100 años			
			Precipitación 24h. (mm/día)	Coefficiente de escorrentía C	lt (mm/h)	Caudal unitario (m <sup>3</sup> /s)/km <sup>2</sup>	Precipitación 24h. (mm/día)	Coefficiente de escorrentía C	lt (mm/h)	Caudal unitario (m <sup>3</sup> /s)/km <sup>2</sup>	Precipitación 24h. (mm/día)	Coefficiente de escorrentía C	lt (mm/h)	Caudal unitario (m <sup>3</sup> /s)/km <sup>2</sup>
0.083	5	Aglomerado, Pavimentos bituminosos o hormigón	109	0.97	139	37.26	132	0.98	168	45.56	171	0.98	218	59.55
0.100	6		109	0.97	128	34.41	132	0.98	155	42.07	171	0.98	201	54.99
0.117	7		109	0.97	120	32.13	132	0.98	145	39.28	171	0.98	188	51.34
0.133	8		109	0.97	113	30.25	132	0.98	136	36.98	171	0.98	177	48.34
0.150	9		109	0.97	107	28.66	132	0.98	129	35.04	171	0.98	168	45.81
0.167	10		109	0.97	102	27.30	132	0.98	123	33.38	171	0.98	160	43.63
0.250	15		109	0.97	84	22.53	132	0.98	102	27.54	171	0.98	132	36.00

Tiempo de concentración Tc (horas)	Tiempo de concentración Tc (minutos)	Tipo de suelo	T = 10 años				T = 25 años				T = 100 años			
			Precipitación 24h. (mm/día)	Coefficiente de escorrentía C	lt (mm/h)	Caudal unitario (m <sup>3</sup> /s)/km <sup>2</sup>	Precipitación 24h. (mm/día)	Coefficiente de escorrentía C	lt (mm/h)	Caudal unitario (m <sup>3</sup> /s)/km <sup>2</sup>	Precipitación 24h. (mm/día)	Coefficiente de escorrentía C	lt (mm/h)	Caudal unitario (m <sup>3</sup> /s)/km <sup>2</sup>
0.083	5	balastos	109	0.87	139	33.40	132	0.90	168	41.89	171	0.93	218	56.22
0.100	6		109	0.87	128	30.84	132	0.90	155	38.67	171	0.93	201	51.91
0.117	7		109	0.87	120	28.79	132	0.90	145	36.11	171	0.93	188	48.47
0.133	8		109	0.87	113	27.11	132	0.90	136	34.00	171	0.93	177	45.64
0.150	9		109	0.87	107	25.69	132	0.90	129	32.22	171	0.93	168	43.25
0.167	10		109	0.87	102	24.47	132	0.90	123	30.69	171	0.93	160	41.19
0.250	15		109	0.87	84	20.19	132	0.90	102	25.32	171	0.93	132	33.99

## 4. DRENAJE

### 4.1. INTRODUCCIÓN

El contenido de este apartado del Anejo lo componen los estudios que se han acometido para justificar el diseño del drenaje de la plataforma referente Proyecto de modernización de la estación de Eusko Trenbideak de Usurbil (Termino municipal de Usurbil, Gipuzkoa).

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

En definitiva, se consideran independientemente las posibilidades de drenaje siguientes: I) Transversal, II) Longitudinal y III) 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, es el establecido en el siguiente documento antecedente:

- Instrucción 5.2-IC. Drenaje superficial. Dirección General de Carreteras. Ministerio de Fomento. 1990.

En otro orden de cosas, 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 el punto nº2 de Hidrología del presente anejo.

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.

### 4.2. ACTUACIONES PROPUESTAS

La zona de actuación, está constituida, en su mayor parte, por suelo urbano donde se va a ubicar la urbanización de la rotonda y la remodelación de la estación ferroviaria de Euskotren por lo que se han adoptado mayores coeficientes de escorrentía.

Para ello ha sido preciso disponer elementos de drenaje para eliminar el agua acumulada en suelos pavimentados y evitar que el suelo de los subalasto se contamine con la zahorra o capa de forma.

Para la nueva estación se ha provisto de drenes colectores bajo las capas de balasto y subalasto que desaguan en un colector de 400 mm de diametro y que a su vez conduce las aguas hasta la red municipal de pluviales del ayuntamiento. Las cunetas tipo provistas en zonas de desmonte estan sobredimensionadas con 0,50 m de anchura y calado 0,55 m.

Se realiza la reposición de la obra de drenaje existente que pasa por debajo de la linea de ferrocarril. Al proyectarse la duplicación de la vía actual es necesario soterrar parte de la obra actual y acondicionarla adecuadamente para el posterior funcionamiento del drenaje longitudinal. Ello conlleva su reposición mediante tubo de diametro 1200 mm de hormigón y dar continuidad a la red existente que pasa bajo la rotonda urbanizada.

### 4.3. DRENAJE TRANSVERSAL

Tal como se establece en los documentos metodológicos antecedentes, es necesario distinguir entre el drenaje de los pequeños cauces y vaguadas que resultan afectados por la plataforma a lo largo de su desarrollo longitudinal normalmente asociados a regímenes hidráulicos intermitentes o



discontinuos y de escasa entidad, por cuanto a los caudales fluyentes se refiere, de aquellos cursos fluviales de mayor importancia.

En este apartado no se define ninguna obra de drenaje transversal nueva salvo la reposición de una obra existente bajo la plataforma del ferrocarril encauzada posteriormente mediante colector de diámetro 1200 mm de hormigón. Su ampliación es causa de la duplicación de vía, con una sección similar y mas practica a la existente para dar continuidad como actualmente está caracterizada.

#### **4.4. 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 evacuan a los cauces u obras de drenaje las escorrentías de la propia plataforma y de los taludes que, de forma más o menos difusa, vierten hacia ella.

En este apartado se va a dimensionar la nueva red de drenaje longitudinal. Se tratarán los siguientes puntos:

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

##### **4.4.1. Método de cálculo empleado**

En este punto se expondrá la metodología seguida para el diseño de los elementos del drenaje longitudinal. Se tratarán los siguientes puntos:

- Determinación del caudal de diseño de cada elemento
- Determinación de la pendiente
- Cálculo del calado y la velocidad en el conducto.
- Comprobaciones

##### **4.4.1.1. 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:

- El caudal procedente del terreno. Para cada elemento se indicará qué cuencas recoge, y el caudal correspondiente a cada una de ellas.
- 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.
- El caudal procedente de otros elementos de drenaje que desemboquen en él.

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 en su tabla 1-2.
- Para cada cuneta se ha tomado como caudal de diseño el caudal máximo que pueda recoger.

#### 4.4.1.2. Determinación de la pendiente

- Cunetas: 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.
- Colectores: La determinación de la pendiente viene representada en los perfiles del apartado de planos

#### 4.4.1.3. Cálculo de la velocidad y el calado

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

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

donde:

- Q caudal de diseño del elemento de drenaje para T= 25 años (m<sup>3</sup>/s)
- A sección mojada (m<sup>2</sup>)
- n coeficiente de rugosidad de Manning. Se han adoptado los siguientes valores:
- hormigón: n = 0,013
  - P.V.C.: n = 0,030
- R radio hidráulico (m)
- I pendiente (m/m)

#### 4.4.1.4. Comprobaciones

Los criterios de validez considerados en el dimensionamiento son los siguientes:

- Cunetas:

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

Las velocidades máximas se han tomado de la tabla 1-3 de la Instrucción. La condición de velocidad se ha comprobado con la pendiente máxima y la condición de calado con la pendiente mínima.

#### 4.4.2. Secciones utilizadas

Para el drenaje de la variante se han proyectado las siguientes secciones tipo:

- Rigola: Caz de hormigón contra bordillo en acera o glorieta transitable para vehiculos, revestida de 0,30 m de ancho y calado máximo de 6 cm.
- Cuneta tipo-“U”: Cuneta de hormigón en “U”, revestida de 0,50 m de ancho y calado máximo de 0,55 cm.
- Dren: Dren colector ranurado y corrugado, situado bajo la capa de subalasto para recogida del drenaje subterráneo o lluvia filtrada por el balasto.
- Sección caños: Tubo de hormigón en masa de diámetro 400 mm y tubo de hormigón armado de 1200 mm. Las conexiones de los sumideros con los colectores principales se harán mediante tubos de 200 mm de PVC.

#### 4.4.3. Nomenclatura de los elementos del drenaje

Cada elemento del drenaje longitudinal se nombrará de acuerdo con el siguiente código:

- Tipo de elemento:

Clave	Tipo de elemento
CUN	Cuneta revestida
COL	Colector

- Situación:

Clave	Situación
Eje	Eje afectado
Nº	Nº cuneta

#### 4.4.4. Caudales de diseño de cada elemento

En el Cuadro 8 se resumen los caudales de diseño de cada elemento.

**CUADRO 8. CALCULO DE CAUDALES DE DISEÑO DE LAS CUNETAS (DRENAJE LONGITUDINAL)**

Identificación			Situación					Caudal de diseño									
Tipo de elemento	Nº	Tipo	PK inicial	PK final	Longitud (m)	Margen vía	Dirección escorrentía según P.K.	Longitud plataforma recogida (m)	Ancho plataforma (m)	Fracción plataforma recogida	Caudal unitario plataforma (m <sup>3</sup> /s/km <sup>2</sup> )	Caudal procedente plataforma (m <sup>3</sup> /s)	Cuencas recogidas	Caudal procedente Cuencas (m <sup>3</sup> /s)	Otras obras recogidas	Caudal procedente otras obras (m <sup>3</sup> /s)	Caudal diseño (m <sup>3</sup> /s)
CUN	VIA 1-1	"U"	0+105	1+157	55	Izquierda	PK. Creciente	55	6.00	1.0	41.89	0.023	C3 (8.5%)	0.014	---	---	0.037
CUN	VIA 2-1	"U"	0+300	0+340	40	Derecha	PK. Creciente	40	5.00	1.0	41.89	0.008	C3 (2%)	0.003	---	---	0.011
CUN	VIA 3-1	"U"	1+145	0+217	72	Derecha	PK. Creciente	72	5.00	1.0	41.89	0.015	C3 (5%)	0.008	---	---	0.023

#### 4.4.5. Dimensionamiento de los elementos del drenaje longitudinal

El dimensionamiento de las obras de drenaje longitudinal ha seguido los siguientes pasos:

- Se obtiene al caudal específico por metro lineal de cuneta, dividiendo el caudal total entre la longitud de la cuneta. Esta abstracción se puede realizar si la geometría de la cuenca y la carretera lo permiten. Con la pendiente de la cuneta se halla la capacidad máxima de la cuneta seleccionada.

- La longitud de cuneta que se puede colocar sin que se desborde se obtiene mediante el cociente de la capacidad máxima de la cuneta y el caudal específico.

En el cuadro 9 se resume el dimensionamiento para cada cuneta.

**CUADRO 9. DIMENSIONAMIENTO DE LAS CUNETAS (DRENAJE LONGITUDINAL)**

Identificación		Situación					Caudal		Características de la sección					Funcionamiento hidráulico			Observaciones	
Tipo de elemento	Nº	PK inicial	PK final	Longitud total (m)	Margen de la vía	Pendiente media cuneta (%)	Q Interceptado (m3/s)	Q específico diseño m3/(sxml)	Sección tipo elegida	Superficie	Rugosidad	Capacidad máx. cuneta con esa pendiente (m3/s)	Longitud máx. de cuneta con esa capacidad (ml)	Distancia entre sumideros en la cuneta (ml)	Caudal cálculo cuneta (m3/s)	Velocidad máxima (m/s)		Calado máximo (m)
CUN	VIA 1-1	0+105	1+157	55	Izquierda	0.20	0.037	0.00041	"U"	Hormigón	0.013	0.292	721	--	0.037	0.64	0.116	Cuneta nueva por modifico de la estación de ferrocarril
CUN	VIA 2-1	0+300	0+340	40	Derecha	0.20	0.011	0.00029	"U"	Hormigón	0.013	0.292	1021	--	0.011	0.42	0.052	Cuneta nueva por modifico de la estación de ferrocarril. Velocidad inferior a 0.50 m/s.
CUN	VIA 3-1	1+145	0+217	72	Derecha	0.30	0.023	0.00032	"U"	Hormigón	0.013	0.358	1117	--	0.023	0.62	0.074	Cuneta nueva por modifico de la estación de ferrocarril

#### 4.4.6. Arquetas

Son los elementos que sirven de recogida de agua de las cunetas y drenes hasta los colectores, asegurando, a la vez, la inspección y conservación de los dispositivos enterrados de desagüe. Van situados en los puntos de encuentro de colectores, en sumideros y en cambio de dirección de la tubería en planta y alzado.

Se construirán según se muestra en planos de detalles, de forma cuadrada o rectangular y las dimensiones mínimas en planta dependerán de su profundidad y diámetro de tubo.

Para las profundidades hasta 1,50m las dimensiones mínimas serán de 0,80m en sentido de la corriente y también de 0,80 en dirección normal. Si la profundidad es mayor de 1,50m la arqueta deberá tener una dimensión mínima interior de 1,00m. en ambos casos se dispondrán pases de acceso. Irán dotadas de un arenoso de profundidad mínima entre 0,10 (para tubos de 400 mm) y 0,20m (para conductos grandes).

Se han dispuesto distintos tipos de arquetas para recoger el drenaje según se representa en los planos de "detalles":

- Arqueta con tapa de hormigón para la estación de ferrocarril
- Sumidero con rejilla posicionadas en las rigolas de los viales de la rotonda
- Arqueta con tapa de fundición

Cabe destacar la arqueta proyectada para la reposición de la obra de drenaje de 1200 mm de diámetro, la cual se construirá cuadrada de 1,50 x 1,50 m como consecuencia de las características del tubo de entrada y salida de la arqueta.

#### 4.4.7. Colectores

Los colectores estarán formados por piezas prefabricadas de policloruro de vinilo (P.V.C.), de diámetro mínimo 315 mm y las conexiones con los elementos de drenaje de 200 mm. siendo suficiente para la evacuación del agua en las zonas urbanas.

La pendiente viene determinada por la rasante de proyecto. Se evitarán los tramos con poca pendiente, que favorezcan el depósito de sedimentos. En este sentido se adopta una pendiente mínima del 0,5%. La pendiente máxima viene limitada por la velocidad del agua que no debe sobrepasar el valor de 6 m/sg.

Para determinar su profundidad se fija como límite el que la línea de energía no quede a menos de 30 cm. por debajo de las tapas de las arquetas.

La capacidad máxima de los colectores viene dada por su funcionamiento al 80% de llenado para evitar entrar en carga.

El colector - 1 desagua en una red de pluviales existente. Los volúmenes de caudal interceptados por la red existente en su inicio son despreciables ya que recoge escorrentía de un área muy pequeña. El caudal de escorrentía que se recoge está sobredimensionado y su justificación hidráulica está dada para Q25.

Todos los colectores existentes son de reciente construcción y se encuentran en perfecto estado de conservación.

Las redes de colectores actuales y proyectadas se ven reflejados en los planos de "Drenaje". En el cuadro 10 se resume los colectores de proyecto.

**CUADRO 10. COLECTORES DE PROYECTO**

Identificación						Características de la sección			Funcionamiento hidráulico		
Tipo de elemento	Nº	Longitud Colector (m)	Pendiente media (%)	Cuencas recogidas	Caudal de diseño del colector Qp 25 (m³/s)	Sección tipo elegida	Superficie	Rugosidad	Velocidad máxima (m/s)	Calado máximo (m)	Caudal max. de colector al 80% (m³/s)
COL	1	110	0.5	C3 (70%)	0.114	400	Hormigón	0.013	1.29	0.264	0.143

## 4.5. DRENAJE SUBTERRÁNEO

### 4.5.1. Introducción

El drenaje subterráneo tiene como objetivo principal el controlar y limitar la humedad y agua de la capa de forma y bajo la capa inferior del subalasto y de los diversos elementos que componen la vía ferroviaria. Con esta acción se preserva a los materiales que constituyen las capas de la acción del agua, manteniendo las condiciones necesarias para que su capacidad portante y su comportamiento frente a la sollicitación del tráfico de trenes pueda ajustarse a lo previsto.

### 4.5.2. Situación actual

El tramo de la estación de Usurbil que afecta el proyecto no se distingue ningún tipo de drenaje subterráneo, la cual cabe la posibilidad de posible contaminación de las capas de balasto por la inexistencia de geotextil bajo las capas de balasto.

En el proyecto de urbanización de la rotonda no se ha detectado este tipo de drenaje ya que apreciablemente no es necesario.

### 4.5.3. Actuaciones previstas

Se proyecta la construcción de un nuevo drenaje subterráneo en la zona de la estación de ferrocarril que consiga evacuar y controlar el agua libre que accede al interior de la estructura del firmes o a su explanada de asiento. Para ello se colocará en las zonas donde se ha observado como necesario una tubería de drenaje de PVC ranurada corrugada circular de pared simple de diámetro 300 mm. Las tuberías deberán tener un ranurado parcial, con ranuras en un arco de 220°.

Tal y como se aprecia en los planos de detalle, el sistema deberá colocarse de forma que se mantenga el nivel de las aguas de escorrentía por debajo de las capas de balasto.

Las tuberías de drenaje estarán enterradas y verterán las aguas recogidas al colector -1 proyectado. Las zonas en las que se ha proyectado drenaje longitudinal bajo las cunetas son las siguientes:

**CUADRO 11. CALCULO DE CAUDALES DE DISEÑO DE LOS DRENES (DRENAJE LONGITUDINAL)**

Identificación			Situación					Caudal de diseño									
Tipo de elemento	Nº	Tipo (mm)	PK inicial	PK final	Longitud (m)	Margen vía	Dirección escorrentía según P.K.	Longitud plataforma recogida (m)	Ancho plataforma (m)	Fracción plataforma recogida	Caudal unitario plataforma (m3/s/km2)	Caudal procedente plataforma (m3/s)	Cuencas recogidas	Caudal procedente Cuencas (m3/s)	Otras obras recogidas	Caudal procedente otras obras (m3/s)	Caudal diseño (m3/s)
DREN	VIA 1-1	300	0+160	0+300	150	Izquierda	PK. Decreciente	150	12.00	0.5	43.00	0.026	---	---	---	---	0.026
DREN	VIA 2-1	300	0+120	0+235	115	Izquierda	PK. Creciente	115	12.00	0.5	43.00	0.027	---	---	---	---	0.027
DREN	VIA 3-1	300	0+040	0+120	82	Izquierda	PK. Creciente	82	10.00	1.0	41.89	0.036	---	---	---	---	0.036



**CUADRO 12. DIMENSIONAMIENTO DE LOS DRENES (DRENAJE LONGITUDINAL)**

Identificación		Situación					Caudal		Características de la sección					Distancia entre sumideros en la cuneta (ml)	Funcionamiento hidráulico			Observaciones
Tipo de elemento	Nº	PK inicial	PK final	Longitud total (m)	Margen de la vía	Pendiente media cuneta (%)	Q Interceptado (m3/s)	Q específico diseño m3/(sxml)	Sección tipo elegida	Superficie	Rugosidad	Capacidad máx. cuneta con esa pendiente (m3/s)	Longitud máx. de cuneta con esa capacidad (ml)		Caudal cálculo cuneta (m3/s)	Velocidad máxima (m/s)	Calado máximo (m)	
DREN	VIA 1-1	0+160	0+300	150	Izquierda	0.30	0.026	0.00026	300	PVC	0.010	0.027	106	--	0.026	0.91	0.128	Dren proyectado junto a plataforma de estación
DREN	VIA 2-1	0+120	0+235	115	Izquierda	0.30	0.027	0.00026	300	PVC	0.010	0.027	106	--	0.027	0.92	0.130	Dren proyectado junto a plataforma de estación
DREN	VIA 3-1	0+040	0+120	82	Izquierda	0.50	0.036	0.00042	300	PVC	0.010	0.035	85	--	0.036	1.19	0.133	Dren proyectado entre viales 2 y 3.





## APÉNDICE 1. ANÁLISIS CLIMATOLÓGICO. SERIES DE PRECIPITACIÓN



## PRECIPITACIÓN TOTAL MENSUAL.

PRECIPITACIÓN TOTAL MENSUAL													
AÑO	MENSUAL												ANUAL
	ENE.	FEB.	MAR.	ABR.	MAY.	JUN.	JUL.	AGO.	SEP.	OCT.	NOV.	DIC.	
1979	391,5	145,9	209,8	270,4	117,8	99,8	87,1	139,5	109,7	164,8	311,8	158,2	2206,3
1980	148,7	57,8	187,9	47	263,1	96,5	81,9	54,7	132,9	268	123,1	257,1	1718,7
1981	293,5	102,8	110,8	128,6	95,1	61,7	128,8	99,4	119,4	294,4	32,6	335,4	1802,5
1982	112,2	151,7	194,2	7,9	73,5	69,5	66,1	123,6	62,6	323,4	189,5	278,1	1652,3
1983	48,7	160,2	135,1	124,8	112,4	80,1	138,7	337	36,9	86,6	50,5	54	1365,0
1984	299,6	196,2	69,8	62,1	229,6	68,1	25,3	120,8	167,6	142	221,7	162	1764,8
1985	141,8	63,6	218,9	84,3	253,2	59,6	79,1	92,3	3,5	93,1	166,5	96,9	1352,8
1986	303,4	128,1	111,1	332,5	65,5	107,8	15,3	104,9	156,1	63,9	150,6	193,4	1732,6
1987	122,1	221,2	103	104,1	48,5	135,8	81,1	77,4	36,8	215	221,1	43,5	1409,6
1988	275,9	146,9	159,3	123,3	123	105,1	110	92,3	55,9	35,2	15,5	108,4	1350,8
1989	47,8	138,8	76,5	250,5	80,6	35,8	84,9	66,8	105,1	35,5	144,3	22,1	1088,7
1990	176,5	55,6	37,1	271,1	113,5	122,9	68,2	69	77,3	160,6	238,7	203,5	1594,0
1991	90,1	59,4	105,6	207,2	125,4	37,8	70,5	40,5	204,2	139,3	241,7	36,4	1358,1
1992	66,6	50,2	115,5	115,3	85,9	178,4	87,6	169	122,3	360,1	118,2	199,6	1668,7
1993	5,5	42	57,6	176,3	94,4	102,6	115,5	95,3	221,9	110,5	108,9	233,6	1364,1
1994	160,5	159,4	92	266,1	108,1	121,4	62,5	54,6	262,5	185,6	81,6	194,2	1748,5
1995	216,1	144,2	142,8	62,1	116,8	18,1	110,7	113,4	186,2	19	64,2	118	1311,6
1996	82,5	247,5	70,7	77	90,5	74	84,8	197,3	77,7	143,9	289,7	167,1	1602,7
1997	141	18,4	32,9	70,1	263,3	256,9	187,7	134,8	108,6	67,4	276,4	176	1733,5

1998	64,6	46,9	57,8	229,4	93,2	85	89,2	74	128,6	386,9	191,4	90,3	1537,3
1999	127,9	135,1	167,5	109,7	140,8	54,2	53,2	66,2	139,3	49,9	185,6	198,9	1428,3
2000	19,4	111,3	131,3	197,9	92,3	67,9	171,5	116,5	82,1	290,1	216,2	86	1582,5
2001	146,8	77,8	126,9	108,4	63,5	66,2	145,4	67,5	69,9	56,3	94	35,5	1058,2
2002	31	145,9	44	109,1	243,1	119,1	83,3	280,4	36,9	176,4	154,8	252,9	1676,9
2003	174	111	88,2	49,4	123,2	57,3	38,6	62,6	139,3	214,3	134	157	1348,9
2004	214	95,7	115,1	95	95,5	52,9	48,5	134,5	104,6	176,6	149,8	149,7	1431,9
2005	98,8	79,8	65,7	201,8	75,5	24,3	37,7	55,4	133,6	99,5	296,4	194,7	1363,2
2006	102,8	67,8	168,6	80,4	62	145,8	87,3	66,3	109,5	110,1	128,3	120	1248,9
2007	144,6	134,5	211	100,6	120,9	69,4	53,6	277,5	99	142,5	44,8	137,7	1536,1
2008	138,6	32,6	238	123,7	197,4	133,4	76,5	99,9	73,2	327,8	248,3	220,1	1909,5
N	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30
MEDIA	146,22	110,94	121,49	139,54	125,59	90,25	85,69	116,11	112,11	164,62	163,01	156,01	1531,57
MAX	391,5	247,5	238	332,5	263,3	256,9	187,7	337	262,5	386,9	311,8	335,4	391,5
MIN	5,5	18,4	32,9	7,9	48,5	18,1	15,3	40,5	3,5	19	15,5	22,1	3,5

PRECIPITACIÓN MÁXIMA DIARIA.

PRECIPITACIÓN MÁXIMA DIARIA													
AÑO	MENSUAL												ANUAL
	ENE.	FEB.	MAR.	ABR.	MAY.	JUN.	JUL.	AGO.	SEP.	OCT.	NOV.	DIC.	
1979	70	31,1	34,3	55,8	28	22,1	50,5	38,5	28,1	29	76,5	30,9	76,5
1980	25,4	17,2	37,8	12,1	73,3	37,1	27,1	17,9	100,4	55	35,7	58,9	100,4
1981	73,7	22,8	21,3	36,8	29,8	24,9	41,1	56,2	26,4	135,1	9,7	88,7	135,1
1982	30,5	25,5	31,3	5,6	17,5	21,4	20,1	48,9	20,4	65,4	32,9	45,6	65,4
1983	10	27,7	28,4	27,8	22,3	22,6	31,5	66	10,2	39,9	23,3	17,1	66
1984	50,4	34,2	15,1	20,7	48	13,7	7,9	35,1	24,8	53,3	51,1	74,7	74,7
1985	27,2	17,7	24,7	13,8	49,3	14,4	24,8	33,1	2,2	65	37,5	24,5	65
1986	50,2	20,3	21,8	51,5	17,9	31,2	5,4	31,5	40,7	14,2	48,2	27,4	51,5
1987	18,3	41,2	19,7	18,2	11,7	61,2	15,1	23,5	18,9	63,7	50,8	35,2	63,7
1988	39,5	25,5	22,6	31,6	22	21,7	24	15,9	26,4	12	8,3	39,5	39,5
1989	27,1	29,4	18,1	57,7	59,8	21	38	13	57,1	12,2	38,3	18,9	59,8
1990	30,9	21	16,5	42,9	84,7	24,5	23,9	32,5	34,8	49,1	37,4	48,8	84,7
1991	29,7	9,1	63,6	49,8	30,5	11,7	10,2	15,9	38,3	22,9	48,6	11	63,6
1992	38,4	21,3	19,8	16	27,4	60,2	23,3	54,1	47,3	49,8	19,5	38,4	60,2
1993	5,5	18,7	17,1	49,3	16,1	40,1	32,8	45	65	22,9	28,8	51,5	65
1994	34,6	59,5	38,5	55,6	26	42,6	28,8	13,1	75,6	55,8	18	52,8	75,6
1995	37,7	33,3	38,8	18,8	43,7	5,4	24	33,3	31	7,6	24,9	23,5	43,7
1996	33,3	42,2	26,6	27,2	22,4	21,8	18,4	51,2	19,8	32,6	49	45,9	51,2
1997	34,4	11,6	19,4	30,9	167,7	97	91,4	75,8	52,1	16,4	48,2	25,2	167,7



1998	24	25,1	23,2	44,8	32,5	15,6	29,1	32,5	25,3	60,2	25,6	14,6	60,2
1999	22,4	23,6	41,7	15,7	22,8	12,4	24,4	14,3	37,8	15,2	46,8	46,6	46,8
2000	13,7	18,1	44,2	44,8	27,4	22,3	54,1	23,6	25,6	67,5	29,7	19,2	67,5
2001	30,2	25,4	16,3	23,9	21,3	29,1	42,4	27,1	20,3	24,8	16,1	11	42,4
2002	13,6	37,4	12,4	32,8	56,2	23,6	13,8	127,6	12	51,3	31,5	48,2	127,6
2003	24,1	22	25,8	11,7	41,1	13,5	13,8	41,2	44,8	30,4	43,2	24,5	44,8
2004	64,3	22,1	18,4	27,5	24,3	19,6	23,9	55	35,4	46	30,4	26,9	64,3
2005	24,9	14,5	25,8	42,5	14,8	7,9	10	11,6	30,7	25,6	63,7	43	63,7
2006	25,4	24,7	46,1	26	20,9	41,3	47,3	17,3	37,9	33,5	69,9	40,8	69,9
2007	46,2	25,1	44,3	12,8	23,1	18,9	12,1	131	21,2	48,9	12,2	30,8	131
2008	47	11,3	23,9	20,4	42,9	33,2	27,9	23,3	26	60	42,4	37,9	60
N	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30
MEDIA	33,42	25,29	27,92	30,83	37,51	27,73	27,90	40,17	34,55	42,18	36,61	36,73	33,40
MAX	73,7	59,5	63,6	57,7	167,7	97	91,4	131	100,4	135,1	76,5	88,7	167,7
MIN	5,5	9,1	12,4	5,6	11,7	5,4	5,4	11,6	2,2	7,6	8,3	11	2,2



## DÍAS DE PRECIPITACIÓN $\geq$ 1 MM.

DÍAS DE PRECIPITACIÓN MAYOR DE 1 MM													
AÑO	MENSUAL												ANUAL
	ENE.	FEB.	MAR.	ABR.	MAY.	JUN.	JUL.	AGO.	SEP.	OCT.	NOV.	DIC.	
1979	19	17	16	20	10	14	8	17	13	13	14	15	176
1980	13	9	14	7	15	13	11	10	7	15	10	16	140
1981	18	9	15	14	14	8	14	8	12	16	6	23	157
1982	13	12	15	2	12	12	12	14	8	19	14	18	151
1983	9	18	13	12	14	7	14	14	7	9	6	7	130
1984	21	16	15	6	19	11	6	13	17	9	17	15	165
1985	12	9	20	13	16	10	10	5	2	6	12	10	125
1986	26	14	15	24	12	12	4	12	11	9	11	17	167
1987	11	18	14	11	11	11	11	9	4	12	16	5	133
1988	22	17	14	14	15	16	12	13	7	7	4	9	150
1989	4	11	14	17	6	6	6	10	5	7	10	2	98
1990	12	7	8	22	9	14	9	6	9	16	16	12	140
1991	13	12	7	15	12	8	13	8	16	11	15	6	136
1992	6	5	16	14	9	16	11	9	10	20	11	10	137
1993	1	4	8	16	13	14	10	7	14	12	10	20	129
1994	15	13	13	15	12	8	11	9	19	12	9	12	148
1995	18	14	14	9	10	6	10	11	18	6	7	12	135
1996	11	21	8	11	11	8	7	16	9	15	21	12	150
1997	15	4	4	5	9	14	9	11	7	10	17	16	121



1998	8	4	7	17	11	13	10	6	11	19	19	13	138
1999	14	15	14	14	12	10	8	9	8	8	13	14	139
2000	3	12	10	17	13	8	13	13	8	20	19	9	145
2001	19	10	16	15	8	9	12	9	12	7	10	6	133
2002	7	13	9	16	16	14	13	14	6	12	14	14	148
2003	19	13	6	9	9	10	6	6	12	19	13	16	138
2004	19	11	11	14	10	7	8	11	13	13	9	18	144
2005	11	13	9	17	11	7	7	12	11	10	17	14	139
2006	12	9	16	9	10	9	8	9	11	9	8	8	118
2007	11	19	17	14	16	12	10	14	12	10	6	10	151
2008	11	5	20	17	16	19	11	12	8	11	21	17	168
N	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30
MEDIA	13,10	11,80	12,60	13,53	12,03	10,87	9,80	10,57	10,23	12,07	12,50	12,53	141,63
MAX	26	21	20	24	19	19	14	17	19	20	21	23	26
MIN	1	4	4	2	6	6	4	5	2	6	4	2	1

## DÍAS DE PRECIPITACIÓN $\geq$ 10 MM.

DÍAS DE PRECIPITACIÓN MAYOR DE 10 MM													
AÑO	MENSUAL												ANUAL
	ENE.	FEB.	MAR.	ABR.	MAY.	JUN.	JUL.	AGO.	SEP.	OCT.	NOV.	DIC.	
1979	13	5	10	10	5	3	1	4	3	7	7	7	75
1980	6	2	9	2	5	2	4	1	2	7	4	8	52
1981	11	5	3	3	2	1	4	3	5	8	0	14	59
1982	4	7	7	0	3	1	2	3	3	12	8	9	59
1983	1	7	7	6	3	4	5	8	1	3	1	2	48
1984	11	6	3	3	8	1	0	5	9	4	8	4	62
1985	6	3	10	2	7	2	3	3	0	1	7	5	49
1986	13	7	4	11	2	3	0	3	5	3	4	8	63
1987	7	9	4	5	1	3	5	4	1	6	8	1	54
1988	10	6	5	3	5	4	4	3	2	1	0	3	46
1989	2	5	2	12	1	1	2	3	4	1	5	1	39
1990	8	2	1	12	1	6	2	2	2	6	9	5	56
1991	2	0	3	8	5	1	1	1	7	6	11	1	46
1992	3	2	3	4	3	5	3	3	4	12	4	7	53
1993	0	2	3	6	4	2	3	2	5	5	5	6	43
1994	7	5	1	9	5	3	2	2	9	4	4	6	57
1995	8	4	4	3	4	0	4	4	8	0	3	5	47
1996	2	11	3	1	3	3	5	7	2	7	10	7	61
1997	4	1	1	3	6	7	4	2	3	3	9	7	50



1998	1	2	1	7	3	3	3	2	6	13	8	2	51
1999	4	4	7	4	7	1	1	2	4	2	9	8	53
2000	1	4	4	6	3	2	5	5	2	11	11	4	58
2001	5	3	5	2	3	1	6	2	2	2	6	1	38
2002	1	4	2	2	6	3	4	6	2	5	5	7	47
2003	6	3	4	1	4	3	1	2	3	9	3	7	46
2004	6	4	6	3	5	2	1	4	4	5	7	6	53
2005	3	2	3	6	2	0	1	1	5	2	9	7	41
2006	4	2	6	3	2	4	2	2	3	4	3	5	40
2007	3	4	7	5	3	1	2	5	5	5	2	6	48
2008	3	2	11	5	7	3	2	3	3	9	9	9	66
N	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30
MEDIA	5,17	4,10	4,63	4,90	3,93	2,50	2,73	3,23	3,80	5,43	5,97	5,60	52
MAX	13	11	11	12	8	7	6	8	9	13	11	14	14
MIN	0	0	1	0	1	0	0	1	0	0	0	1	0

## DÍAS DE PRECIPITACIÓN $\geq$ 30 MM.

DÍAS DE PRECIPITACIÓN MAYOR DE 30 MM													
AÑO	MENSUAL												ANUAL
	ENE.	FEB.	MAR.	ABR.	MAY.	JUN.	JUL.	AGO.	SEP.	OCT.	NOV.	DIC.	
1979	5	1	1	2	0	0	1	1	0	0	5	1	17
1980	0	0	1	0	3	1	0	0	1	3	1	2	12
1981	2	0	0	1	0	0	1	1	0	1	0	1	7
1982	1	0	1	0	0	0	0	1	0	2	2	3	10
1983	0	0	0	0	0	0	1	6	0	1	0	0	8
1984	2	2	0	0	2	0	0	1	0	1	2	1	11
1985	0	0	0	0	3	0	0	1	0	1	2	0	7
1986	1	0	0	2	0	1	0	1	2	0	2	0	9
1987	0	2	0	0	0	1	0	0	0	2	2	1	8
1988	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	3
1989	0	0	0	1	1	0	1	0	1	0	2	0	6
1990	1	0	0	1	1	0	0	1	1	1	2	3	11
1991	0	0	1	1	1	0	0	0	3	0	1	0	7
1992	1	0	0	0	0	1	0	2	1	3	0	3	11
1993	0	0	0	1	0	1	1	1	3	0	0	3	10
1994	1	1	1	3	0	2	0	0	2	2	0	2	14
1995	1	1	1	0	1	0	0	1	1	0	0	0	6
1996	1	2	0	0	0	0	0	1	0	1	3	2	10
1997	1	0	0	1	2	3	2	1	1	0	3	0	14



1998	0	0	0	2	1	0	0	1	0	4	0	0	8
1999	0	0	1	0	0	0	0	0	2	0	1	2	6
2000	0	0	1	1	0	0	1	0	0	2	0	0	5
2001	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	2
2002	0	1	0	1	3	0	0	2	0	2	1	3	13
2003	0	0	0	0	2	0	0	1	1	1	2	0	7
2004	1	0	0	0	0	0	0	1	1	2	1	0	6
2005	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	3	2	7
2006	0	0	1	0	0	3	1	0	2	1	1	2	11
2007	2	0	1	0	0	0	0	1	0	2	0	1	7
2008	1	0	0	0	1	1	0	0	0	6	3	2	14
N	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30
MEDIA	0,77	0,33	0,33	0,63	0,70	0,47	0,33	0,83	0,77	1,27	1,30	1,17	8,90
MAX	5	2	1	3	3	3	2	6	3	6	5	3	6
MIN	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

APÉNDICE 2. ANÁLISIS CLIMATOLÓGICO. SERIES DE DIVERSOS FENÓMENOS METEOROLÓGICOS







## TEMPERATURAS MÁXIMA ABSOLUTA

### TEMPERATURA MÁXIMA ABSOLUTA

AÑO	MENSUAL												ANUAL
	ENE.	FEB.	MAR.	ABR.	MAY.	JUN.	JUL.	AGO.	SEP.	OCT.	NOV.	DIC.	
1979	14,6	20,4	20,4	19,6	28,8	25,2	29,8	26	30	27,4	23	22	30
1980	18	19,8	26,2	21	27	30	33	29	30,4	26,4	25,2	18,6	33
1981	16	15,2	24,6	21,4	29	29	35	33,8	30,4	26	20,6	19	35
1982	19,6	17,8	20,4	23,4	30	33,2	37,6	32,6	29,8	24,6	22,8	17,2	37,6
1983	18,6	17,6	22	23,8	27,2	31,4	30,8	29,2	31,2	28,6	20,6	21,2	31,4
1984	15,2	13,6	16,6	27,4	19,4	28	33,2	31,8	32	24	21,8	17,6	33,2
1985	15,4	20,4	18	26,6	28	26,4	34	28,8	31	30	24,6	21,6	34
1986	15	18	20,6	17	29	32,2	34	32,4	30	23,4	18,8	18	34
1987	18	20,4	19,8	26	26,2	29	26,6	32	35	23,6	20,2	21,6	35
1988	17,6	17,6	24,6	23,8	26	24,6	26	32,8	34	26,8	21,6	15	34
1989	16,6	22,6	26,2	19,2	28,4	28,6	35,4	26,8	29,2	27	21,4	21,6	35,4
1990	17,8	25	28	24	28,6	26	32,6	31,2	29,6	25,8	17,8	19,2	32,6
1991	18,4	19,4	22,6	24,8	29,8	24,8	35,4	35,8	29,6	19,8	20,4	16,2	35,8
1992	16,8	17,8	18	22,4	30	29,4	33,4	32,2	30	18,4	22,4	20	33,4
1993	19	16,6	23,6	25,4	27,8	29,2	31,6	34,2	27,2	24,2	20,2	18,2	34,2
1994	18,2	24	21,4	24,6	26,6	33,6	32,6	29,6	27,6	22,8	21	18,8	33,6
1995	18	20	20,6	25,6	28,2	26,6	36,2	27,8	27,4	27,2	22,2	18,4	36,2
1996	17,4	15,2	23,8	22,6	33,2	32,4	35	29,6	27	27,8	19,6	16,6	35



### TEMPERATURA MÁXIMA ABSOLUTA

AÑO	MENSUAL												ANUAL
	ENE.	FEB.	MAR.	ABR.	MAY.	JUN.	JUL.	AGO.	SEP.	OCT.	NOV.	DIC.	
1997	17,8	22,2	24,4	22,2	27,4	30,6	25,6	30,2	28,8	27,2	20,4	18,2	30,6
1998	19,2	21,6	22,8	24,6	26,8	35,2	33,6	34	30,8	23,8	21,6	18,6	35,2
1999	21	17	24,2	22,6	30,8	27,6	32	27,8	31	27,6	22,8	18,4	32
2000	16,8	19,6	17,4	25	26	32,6	33,4	31,2	31,2	22,8	20,5	21,3	33,4
2001	19,4	19,5	22,4	25	31	26,6	27,2	31,2	26	29,8	20,3	17	31,2
2002	19,7	20,3	22,6	20,7	31,2	30,4	29,1	25	28,2	24,5	22,8	19,5	31,2
2003	19	16,8	24,5	27,4	28,6	38	27,5	38,6	30,8	24,9	22,2	17	38,6
2004	17,2	22,7	23,9	22,6	27,6	31,6	29,8	34,2	32	28,2	18,6	15,8	34,2
2005	15,8	13,5	25,5	29,4	33	35	32,8	34	34	25	21	15,5	35
2006	11,6	15,4	24,4	26	32,5	33	36	26,9	29,8	26,8	21,1	19,2	36
2007	20	21,5	25,6	27,7	26,8	28,8	33,6	34,6	29,5	23,8	17,2	16,3	34,6
2008	16,8	20,8	21,7	23,8	29	32,8	32,8	32,5	29,8	23,7	18,7	15,2	32,8
N	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30
MEDIA	17,48	19,08	22,56	23,85	28,46	30,06	32,19	31,19	30,11	25,40	21,05	18,43	32,19
MAX	21	25	28	29,4	33,2	38	37,6	38,6	35	30	25,2	22	38,6
MIN	11,6	13,5	16,6	17	19,4	24,6	25,6	25	26	18,4	17,2	15	11,6



## TEMPERATURA MINIMA ABSOLUTA (°C)

### TEMPERATURA MÍNIMA ABSOLUTA

AÑO	MENSUAL												ANUAL
	ENE.	FEB.	MAR.	ABR.	MAY.	JUN.	JUL.	AGO.	SEP.	OCT.	NOV.	DIC.	
1979	-1,4	-2,8	1,4	2,4	5,4	10,2	11,2	11,6	8,6	7,2	0,4	-1,6	-2,8
1980	-4,6	2,4	1	3	6,4	8,2	10,4	13	12,6	4,4	-1	-2,6	-4,6
1981	-0,6	-1,8	1,6	2,4	6,2	8,6	11	13,8	8,6	6,2	3	0,4	-1,8
1982	1,8	3	3,6	2,8	3	10,6	13	12	11,2	6,8	2,2	0,4	0,4
1983	-1	-5	2,8	4	6	10,6	13,4	13,8	10	6	5	0,4	-5
1984	0	-0,6	-1	2,2	4,6	6,6	12,4	13,6	9,8	7,8	4,4	-1,6	-1,6
1985	-10	0,6	0,4	4,8	2,8	10	14	10,8	11	7,8	-3	-3,6	-10
1986	1,4	-5,8	2	-0,4	4,4	8,6	13,6	10	11,6	6,2	2,6	0,2	-5,8
1987	-3,8	-3	1,6	4,6	4,6	8,6	12,4	12,4	10	7,4	0,6	1	-3,8
1988	4	-1	-1	6	9,2	9,6	12,2	11	8,6	8,8	-3,4	0,2	-3,4
1989	-1,4	1,4	3,6	2,8	7,8	9	13,6	13,6	9,6	8,4	5,4	7,4	-1,4
1990	2,6	4,4	-0,2	3,6	10,4	11	11,4	11,4	11,4	8	1,8	-1,4	-1,4
1991	-1,4	-1,2	5	2,6	4,2	9	11,4	14,2	11,2	3,4	1	2	-1,4
1992	-3	0,6	2,4	4,2	6,2	8,8	12	11,8	9,2	6,2	7,4	1,8	-3
1993	2,4	-2,4	-2	4	7	10,6	10	12,2	8,6	4,8	2	3,8	-2,4
1994	-2,6	0,4	4,8	2,2	6,6	10,4	14,4	14,6	9,8	7,4	7,6	0,4	-2,6
1995	-1,4	2	2,8	2,8	5,4	10,8	13,2	12	9,6	8,8	3,2	-2	-2
1996	5	-3,2	1,4	1,6	6,2	10,4	12,4	13	10,2	7,6	1,6	-2,4	-3,2

### TEMPERATURA MÍNIMA ABSOLUTA

AÑO	MENSUAL												ANUAL
	ENE.	FEB.	MAR.	ABR.	MAY.	JUN.	JUL.	AGO.	SEP.	OCT.	NOV.	DIC.	
1997	0,4	2,6	5,4	5,8	4,8	9,4	11,4	14	11	7	6	-0,4	-0,4
1998	-1,8	1,6	4,2	2	8,2	9,8	13,4	11,6	11	8	-0,5	1	-1,8
1999	-2,2	-1,6	0,2	2,4	10	11	14,6	15,6	12,4	6,8	-0,8	-0,4	-2,2
2000	-1,6	3,6	2,4	3,4	9,4	11	12,2	13,2	10,6	8,2	4,8	2	-1,6
2001	4	0,4	3,8	3,6	5,6	11,4	12	13	10,2	10,6	1	-5,6	-5,6
2002	1,8	3,6	4	4,2	6,2	9,5	11,6	12,4	8	8,5	6,6	4,2	1,8
2003	-1,5	-4	5,5	4,6	8,1	13,5	13,4	15,6	11,2	1,2	4,5	2,2	-4
2004	1,9	-0,8	-0,6	3,2	5,8	11,8	12,8	13,8	11,5	8,5	3	0,3	-0,8
2005	-1,8	-3,9	-4,7	3,1	8,4	12,4	13,2	13,4	10	9,7	1,8	-0,4	-4,7
2006	-1,6	2	2,1	4,5	6,6	9,5	15	13,2	12,2	11,6	5,4	-0,8	-1,6
2007	-3,2	4	1,8	4,4	7,3	10,6	12,7	12,3	8	6	-1,4	0,6	-3,2
2008	1	2	1	3,8	6	10	11,2	12,1	9,6	4	1,1	0,4	0,4
N	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30
MEDIA	-0,62	-0,08	1,84	3,35	6,43	10,05	12,52	12,83	10,24	7,11	2,41	0,20	-0,62
MAX	5	4,4	5,5	6	10,4	13,5	15	15,6	12,6	11,6	7,6	7,4	15,6
MIN	-10	-5,8	-4,7	-0,4	2,8	6,6	10	10	8	1,2	-3,4	-5,6	-10

## TEMPERATURAS MEDIA MENSUAL

### TEMPERATURA MEDIA MENSUAL

AÑO	MENSUAL												ANUAL
	ENE.	FEB.	MAR.	ABR.	MAY.	JUN.	JUL.	AGO.	SEP.	OCT.	NOV.	DIC.	
1979	7,7	8,5	9	9,7	12,9	15,5	18,1	17,6	17,4	15,4	10	10,2	12,67
1980	7,1	9,9	8,7	9,6	11,8	15	16,4	19	18,6	14,5	10,8	7	12,37
1981	6,9	6,8	12,6	10,7	13,6	16,4	17	19,1	17,9	14,7	11,6	9,1	13,03
1982	10,6	9,4	8,8	10,5	14	17,4	19,1	18	19,2	14,4	11,7	8,4	13,46
1983	9,2	6,8	9,6	11,9	12,8	16,9	20	18,8	18,6	15,6	14,2	9,3	13,64
1984	8,2	6,2	7,4	12,6	10,5	15,6	18,8	18,3	16,6	14,6	12,4	8,6	12,48
1985	4	10,7	7,5	11,5	12,3	16,3	19,1	18	19,4	15,9	8,3	9,9	12,74
1986	7,9	6,9	9,5	7,3	13,7	15,7	17,9	18	17,3	15,4	11,2	9,5	12,53
1987	5,8	7,6	9,5	13,4	12,6	15,3	18,1	19,2	20,2	15,7	10,8	11,3	13,29
1988	10,3	8,4	8,9	12	14,3	16,3	17,8	18,8	17,2	16,7	12,5	8	13,43
1989	8,3	9,8	11,7	9,6	16,8	17,4	20,2	19,7	17,5	16,5	13,9	13,4	14,57
1990	9,2	13,1	11,9	10	16,5	16,3	19,7	20,5	18,7	15,9	10	5,7	13,96
1991	7,6	7,4	11,3	9,5	12,1	15,3	18,7	20,6	19,5	12,6	11	8,8	12,87
1992	6,3	8,6	9,1	10,5	16	14,5	19,1	20	17,1	12,1	13,4	9,4	13,01
1993	10,3	8	9,9	11,3	14,7	16,7	17,2	19,5	16,3	13,3	10,2	10,4	13,15
1994	8	9,5	11,3	9,8	14,7	16,7	19,6	20,2	16,2	15,4	13,3	10,3	13,75
1995	8,6	10,4	9,6	10,6	15,4	16,2	20,2	19,6	16	18,4	12,5	10	13,96
1996	11,5	6,6	10,4	11,6	13,9	17,6	18,9	18,4	16,1	14,8	10,6	8,9	13,28

### TEMPERATURA MEDIA MENSUAL

AÑO	MENSUAL												ANUAL
	ENE.	FEB.	MAR.	ABR.	MAY.	JUN.	JUL.	AGO.	SEP.	OCT.	NOV.	DIC.	
1997	8,7	12	12	12,3	16,2	16,9	17,8	20,9	19,2	17,5	12,4	9,4	14,61
1998	9,9	11,1	11,1	11	14,6	17,1	18,4	19,8	18,4	14,1	9,9	8,9	13,69
1999	9,3	6,9	10,4	12,1	16,1	16,4	19,3	20,2	19,7	15,8	8,9	8,5	13,63
2000	6,8	10,2	9,3	11,9	15,6	17,7	18,7	19,5	18,5	14,2	11	12,2	13,80
2001	10	8,8	13,6	11	14,6	16,9	18,3	20,5	17,1	18,7	8,7	6,5	13,73
2002	11	10,2	11,6	11,3	13,9	16	17,5	17,8	17,9	16	12,7	11,8	13,98
2003	7,5	7,5	13,1	13,4	14,7	20	19,5	22,7	19,1	13,9	13	9,7	14,51
2004	9,2	8,1	8,7	11	13,8	18,7	18,5	20,7	18,8	16,6	9,9	8,7	13,56
2005	7,7	5,4	10,8	12,1	15,4	19,2	19,8	19,5	17,6	17,6	10	6	13,43
2006	6,9	6,5	11,8	11,8	15,4	18,6	21,7	19,1	19,7	18,6	14,2	8,5	14,40
2007	9,2	11,2	9,7	12,9	14,4	17,2	18,6	18,9	16,6	14,1	8,7	8,5	13,33
2008	9,9	11,8	9,5	11,7	15,5	16,7	18,4	19,1	17,1	14	9,6	7,6	13,41
N	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30
MEDIA	8,45	8,81	10,28	11,15	14,29	16,75	18,75	19,40	17,98	15,43	11,25	9,15	13,47
MAX	11,5	13,1	13,6	13,4	16,8	20	21,7	22,7	20,2	18,7	14,2	13,4	22,70
MIN	4	5,4	7,4	7,3	10,5	14,5	16,4	17,6	16	12,1	8,3	5,7	4

## TEMPERATURA MÁXIMA MEDIA (°C)

### TEMPERATURA MÁXIMA MEDIA

AÑO	MENSUAL												ANUAL
	ENE.	FEB.	MAR.	ABR.	MAY.	JUN.	JUL.	AGO.	SEP.	OCT.	NOV.	DIC.	
1979	10,5	11,4	12,2	12,2	16,4	18,1	21,1	20,6	20,3	18,6	12,9	13,2	15,63
1980	10,1	13	11,9	12,5	14,7	18,4	20,1	22,1	22,1	17,7	14,3	9,7	15,55
1981	9,1	9,6	16,5	13,8	17,4	20,1	20,3	22	21,6	18,1	14,5	11,8	16,23
1982	12,9	12	11,6	13,4	17,6	21,3	22,3	20,9	22,7	17,4	14,3	10,9	16,44
1983	12,2	9,5	12,5	15,9	16,4	20,2	22,6	21,1	22,2	19,1	16,6	12	16,69
1984	10,6	8,4	10,4	15,8	13,4	18,8	22,2	21,3	19,6	17,8	14,9	11,4	15,38
1985	7	14	10,4	15,1	15,3	19,2	22,1	21,4	23	19,1	11,3	12,6	15,88
1986	10,3	9,5	12,8	10,2	17,6	18,6	20,5	21,4	20	18,1	14,1	12,1	15,43
1987	8,6	10,1	12,6	17,1	15,6	18,4	20,3	22,3	24,1	19,2	13,5	13,8	16,30
1988	13,1	11,2	12	14,9	17,2	19	21,2	21,7	20,4	19,8	15,5	10,5	16,38
1989	11	12,9	15,1	12,8	20	20,5	23,3	22,5	20,7	19,6	16,5	15,9	17,57
1990	12,2	16,3	15,3	12,6	19,6	19,2	23,2	23,8	21,8	19,3	12,3	8,3	16,99
1991	10,2	10,2	14,1	12,6	14,5	18	21,8	23,7	22,9	15,5	13,7	11,2	15,70
1992	8,7	11,4	11,6	13,2	19,8	17,2	22,2	23,4	20,6	14,4	16,1	11,6	15,85
1993	13	10,4	13	14,8	18,2	19,3	19,8	22,5	19,3	16,2	13	13	16,04
1994	10,5	12,7	13,9	12,6	18,5	20	22	22,8	19	18,1	15,7	12,3	16,51
1995	11,4	13,7	12,5	13,3	18,7	18,8	23,4	21,9	18,9	21,9	15,6	12,6	16,89
1996	14	9,4	13,4	14,7	17,5	20,4	21,4	20,8	18,9	17,5	13,2	11	16,02

### TEMPERATURA MÁXIMA MEDIA

AÑO	MENSUAL												ANUAL
	ENE.	FEB.	MAR.	ABR.	MAY.	JUN.	JUL.	AGO.	SEP.	OCT.	NOV.	DIC.	
1997	11	15,5	15,2	15,3	20,2	20,3	20	23,9	22,2	20,4	15,1	12,2	17,61
1998	12,6	14	14,2	14,8	17,5	20,4	21,2	22,7	21,8	17	12,5	11,4	16,68
1999	11,8	9	13,2	15,4	19,8	19,3	21,9	23,2	23,4	18,7	11,3	11,5	16,54
2000	9	12,9	12	15,5	19	21,1	22	22,6	21,7	17	13,7	14,6	16,76
2001	12,4	11,3	17,2	14	17,7	19,8	20,9	23,7	20	22,6	11	9,2	16,65
2002	13,6	12,9	14,5	14,4	17,8	18,7	20,2	19,9	21,1	19,2	15,4	13,9	16,80
2003	10	10	16,4	16,9	18,2	23,5	22,1	26,1	22,1	16,7	15,7	12,2	17,49
2004	11,6	10,7	11,9	13,7	16,6	21,8	21,2	24,3	21,7	20	12,1	10,6	16,35
2005	10,4	7,8	14,5	15,6	19	22,5	22,7	22,4	20,4	20,7	12,5	8,1	16,38
2006	8,8	9	15,3	14,7	19,1	22	24,6	21,6	22,9	21,8	17,1	11,4	17,36
2007	11,6	14,4	12,4	15,7	17,4	20,5	22	22	19,3	16,5	11,2	11	16,17
2008	12,6	14,8	12,3	15,2	19,1	19,3	21,8	22,5	20,2	17,2	11,9	9,9	16,40
N	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30,00
MEDIA	11,03	11,60	13,36	14,29	17,66	19,82	21,68	22,37	21,16	18,51	13,92	11,66	16,42
MAX	14	16,3	17,2	17,1	20,2	23,5	24,6	26,1	24,1	22,6	17,1	15,9	26,10
MIN	7	7,8	10,4	10,2	13,4	17,2	19,8	19,9	18,9	14,4	11	8,1	7,00



## TEMPERATURA MÍNIMA MEDIA (°C)

### TEMPERATURA MÍNIMA MEDIA

AÑO	MENSUAL												ANUAL
	ENE.	FEB.	MAR.	ABR.	MAY.	JUN.	JUL.	AGO.	SEP.	OCT.	NOV.	DIC.	
1979	4,8	5,7	5,8	7,2	9,3	12,8	15,1	14,7	14,6	12,1	7,2	7,3	9,72
1980	4,1	6,7	5,5	6,8	9	11,7	12,8	15,9	15	11,3	7,4	4,2	9,20
1981	4,6	3,9	8,7	7,7	9,8	12,7	13,7	16,1	14,3	11,3	8,8	6,5	9,84
1982	8,2	6,8	6,1	7,6	10,4	13,5	15,9	15,1	15,6	11,4	9,2	6	10,48
1983	6,3	4,1	6,6	7,9	9,3	13,7	17,5	16,5	15,1	12,1	11,8	6,7	10,63
1984	5,7	3,9	4,3	9,4	7,7	12,5	15,4	15,4	13,6	11,3	9,8	5,9	9,58
1985	1,1	7,4	4,6	7,9	9,2	13,3	16	14,7	15,7	12,8	5,3	7,2	9,60
1986	5,6	4,4	6,3	4,4	9,9	12,7	15,3	14,5	14,6	12,8	8,3	6,9	9,64
1987	2,9	5,1	6,4	9,8	9,6	12,2	15,8	16,1	16,4	12,2	8	8,7	10,27
1988	7,5	5,5	5,9	9	11,4	13,6	14,4	16	14	13,5	9,5	5,6	10,49
1989	5,6	6,8	8,3	6,5	13,5	14,4	17,1	16,9	14,3	13,5	11,2	10,9	11,58
1990	6,3	9,8	8,4	7,4	13,4	13,4	16,3	17,2	15,6	12,5	7,8	3,1	10,93
1991	4,9	4,6	8,5	6,3	9,7	12,6	15,6	17,4	16,2	9,6	8,4	6,4	10,02
1992	3,8	5,7	6,5	7,8	12,2	11,9	15,9	16,5	13,7	9,8	10,7	7,2	10,14
1993	7,7	5,5	6,8	7,8	11,2	14	14,6	16,5	13,3	10,5	7,4	7,7	10,25
1994	5,4	6,2	8,6	7,1	10,8	13,4	17,1	17,5	13,3	12,7	10,9	8,2	10,93
1995	5,9	7	6,6	7,8	12,1	13,7	16,9	17,4	13	15	9,3	7,5	11,02
1996	9	3,7	7,4	8,6	10,4	14,9	16,3	15,9	13,2	12,1	8	6,8	10,53

### TEMPERATURA MÍNIMA MEDIA

AÑO	MENSUAL												ANUAL
	ENE.	FEB.	MAR.	ABR.	MAY.	JUN.	JUL.	AGO.	SEP.	OCT.	NOV.	DIC.	
1997	6,4	8,4	8,8	9,3	12,3	13,6	15,6	17,9	16,1	14,6	9,7	6,7	11,62
1998	7,2	8,2	8	7,3	11,8	13,7	15,6	16,8	15	11,1	7,3	6,5	10,71
1999	6,8	4,8	7,5	8,8	12,3	13,5	16,7	17,3	16,1	12,8	6,5	5,6	10,73
2000	4,5	7,5	6,7	8,2	12,3	14,3	15,4	16,4	15,2	11,4	8,2	9,8	10,83
2001	7,6	6,2	10	7,9	11,4	13,9	15,6	17,2	14,1	14,9	6,4	3,8	10,75
2002	8,2	7,5	8,6	8,2	10,1	13,2	14,8	15,6	14,6	12,9	9,9	9,6	11,10
2003	4,9	4,9	9,7	9,8	11,2	16,5	16,8	19,3	16,1	11	10,2	7,3	11,48
2004	6,8	5,5	5,5	8,2	11	15,4	15,8	17	15,9	13,2	7,5	6,7	10,71
2005	5	2,9	7,1	8,5	11,8	15,8	16,9	16,5	14,7	14,4	7,5	3,9	10,42
2006	4,9	4,1	8,3	8,9	11,7	15,2	18,6	16,5	16,4	15,3	11,2	5,6	11,39
2007	6,8	8	7	10	11,4	13,9	15,2	15,7	13,8	11,6	6,2	5,9	10,46
2008	7,1	8,8	6,5	8,1	11,9	14	15	15,7	14	10,8	7,3	5,4	10,38
N	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30,00
MEDIA	5,85	5,99	7,17	8,01	10,94	13,67	15,79	16,41	14,78	12,35	8,56	6,65	10,51
MAX	9	9,8	10	10	13,5	16,5	18,6	19,3	16,4	15,3	11,8	10,9	19,30
MIN	1,1	2,9	4,3	4,4	7,7	11,7	12,8	14,5	13	9,6	5,3	3,1	1,10



APÉNDICE 3. ANÁLISIS CLIMATOLÓGICO. SERIES DE DIVERSOS FENÓMENOS METEOROLÓGICOS



## DÍAS DE PRECIPITACIÓN APRECIABLE

### DIAS DE PRECIPITACIÓN APRECIABLE

AÑO	MENSUAL												ANUAL
	ENE.	FEB.	MAR.	ABR.	MAY.	JUN.	JUL.	AGO.	SEP.	OCT.	NOV.	DIC.	
1979	21	19	21	22	13	17	13	19	16	16	17	16	17,5
1980	17	12	19	9	19	19	15	12	13	17	13	18	15,25
1981	19	16	17	16	22	9	19	9	15	17	6	27	16
1982	17	14	21	2	13	13	13	17	12	20	17	21	15
1983	10	19	19	16	20	9	18	22	9	11	12	11	14,67
1984	24	16	18	11	25	16	7	16	18	10	18	17	16,33
1985	21	10	22	14	18	16	16	10	4	8	14	12	13,75
1986	27	19	22	24	17	15	11	14	15	12	12	21	17,42
1987	14	25	16	12	18	16	17	17	10	19	18	9	15,92
1988	24	18	16	21	20	21	17	20	12	10	6	12	16,42
1989	6	12	16	23	12	8	14	11	8	8	15	6	11,58
1990	15	9	10	23	11	20	10	8	16	17	23	13	14,58
1991	15	15	13	20	17	16	20	8	16	19	17	8	15,33
1992	11	5	20	15	12	21	14	15	11	23	15	15	14,75
1993	1	6	11	20	16	19	14	9	16	19	11	26	14
1994	22	19	17	19	16	10	16	13	23	16	11	17	16,58
1995	21	18	16	11	16	12	13	14	23	9	11	16	15
1996	15	22	9	14	13	14	15	21	15	17	21	17	16,08



### DIAS DE PRECIPITACIÓN APRECIABLE

AÑO	MENSUAL												ANUAL
	ENE.	FEB.	MAR.	ABR.	MAY.	JUN.	JUL.	AGO.	SEP.	OCT.	NOV.	DIC.	
1997	20	10	5	6	18	19	16	16	8	10	22	20	14,17
1998	16	9	10	25	17	16	17	13	17	21	19	14	16,17
1999	15	19	17	21	18	17	13	16	14	14	14	21	16,58
2000	6	17	11	23	20	14	15	18	12	22	23	15	16,33
2001	19	14	23	17	9	14	16	19	16	10	16	10	15,25
2002	12	16	10	18	21	16	18	20	8	16	22	16	16,08
2003	24	16	8	13	10	13	9	10	16	25	17	20	15,08
2004	22	13	17	19	13	10	12	16	14	15	10	20	15,08
2005	14	17	11	18	15	12	11	14	17	12	18	16	14,58
2006	16	11	20	17	16	10	14	18	14	15	14	10	14,58
2007	14	21	18	17	22	15	20	16	14	13	10	12	16
2008	14	7	22	21	21	21	16	17	13	16	22	21	17,58
N	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30
MEDIA	16,4	14,8	15,83	16,9	16,6	14,93	14,63	14,93	13,83	15,23	15,47	15,9	185,47
MAX	27	25	23	25	25	21	20	22	23	25	23	27	27
MIN	1	5	5	2	9	8	7	8	4	8	6	6	1

## DÍAS DE NIEVE

### DÍAS DE NIEVE

AÑO	MENSUAL												ANUAL
	ENE.	FEB.	MAR.	ABR.	MAY.	JUN.	JUL.	AGO.	SEP.	OCT.	NOV.	DIC.	
1979	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	2	4
1980	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	2	7
1981	3	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5
1982	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
1983	0	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6
1984	0	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3
1985	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	11
1986	0	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0	1	5
1987	5	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10
1988	0	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4
1989	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
1990	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1991	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3
1992	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
1993	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
1994	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2
1995	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
1996	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2

### DÍAS DE NIEVE

AÑO	MENSUAL												ANUAL
	ENE.	FEB.	MAR.	ABR.	MAY.	JUN.	JUL.	AGO.	SEP.	OCT.	NOV.	DIC.	
1997	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
1998	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	3
1999	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	4
2000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2001	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	4
2002	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2003	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4
2004	1	3	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5
2005	2	10	2	0	0	0	0	0	0	0	0	1	15
2006	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
2007	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
2008	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
N	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30
MEDIA	1,03	1,47	0,27	0,13	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,30	0,40	3,60
MAX	8	10	2	4	0	0	0	0	0	0	3	2	10
MIN	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0



## DÍAS DE GRANIZO

### DÍAS DE GRANIZO

AÑO	MENSUAL												ANUAL
	ENE.	FEB.	MAR.	ABR.	MAY.	JUN.	JUL.	AGO.	SEP.	OCT.	NOV.	DIC.	
1979	3	1	3	3	0	0	0	0	1	0	5	1	17
1980	0	2	4	0	0	0	0	1	0	4	3	4	18
1981	1	5	2	3	1	0	0	0	0	1	0	1	14
1982	1	3	2	0	0	0	0	0	0	1	5	5	17
1983	0	3	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	7
1984	6	6	1	0	2	1	0	0	0	2	0	2	20
1985	0	1	4	0	2	1	1	0	0	0	0	1	10
1986	5	0	2	3	0	0	0	1	0	0	1	1	13
1987	1	2	5	1	1	0	0	0	0	0	6	0	16
1988	3	4	2	0	0	0	0	2	1	0	0	3	15
1989	0	0	0	5	0	0	1	0	0	0	1	0	7
1990	0	0	2	4	0	0	0	0	0	0	2	2	10
1991	2	2	1	4	4	0	0	0	0	1	2	0	16
1992	0	1	5	3	1	0	1	0	0	0	0	1	12
1993	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
1994	3	2	1	3	1	0	0	0	0	0	0	1	11
1995	4	0	3	3	0	0	2	0	0	0	0	0	12
1996	0	6	0	0	0	0	0	1	0	2	2	0	11



### DÍAS DE GRANIZO

AÑO	MENSUAL												ANUAL
	ENE.	FEB.	MAR.	ABR.	MAY.	JUN.	JUL.	AGO.	SEP.	OCT.	NOV.	DIC.	
1997	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	2	4
1998	0	2	1	6	0	0	0	0	0	2	2	1	14
1999	0	1	3	3	0	0	0	0	0	0	2	2	11
2000	0	0	0	2	1	0	0	0	0	0	1	0	4
2001	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	2
2002	0	2	0	0	1	0	0	0	0	0	2	1	6
2003	1	0	0	0	0	0	1	0	0	1	2	2	7
2004	1	3	3	1	1	0	0	0	1	0	3	2	15
2005	3	1	2	2	0	0	0	0	0	0	1	1	10
2006	0	1	2	0	1	0	0	0	0	0	0	1	5
2007	3	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	2	8
2008	0	0	4	0	0	1	0	0	0	0	0	3	8
N	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30
MEDIA	1,23	1,67	1,93	1,63	0,57	0,10	0,20	0,17	0,10	0,47	1,37	1,30	10,73
MAX	6	6	5	6	4	1	2	2	1	4	6	5	6
MIN	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

## DÍAS DE TORMENTA

### DÍAS DE TORMENTA

AÑO	MENSUAL												ANUAL
	ENE.	FEB.	MAR.	ABR.	MAY.	JUN.	JUL.	AGO.	SEP.	OCT.	NOV.	DIC.	
1979	3	3	4	6	2	2	5	2	4	4	5	3	43
1980	0	0	2	0	1	4	4	1	4	5	3	1	25
1981	1	3	3	6	5	0	6	3	0	2	0	4	33
1982	1	1	0	0	4	5	6	3	1	4	3	6	34
1983	0	3	4	3	2	4	8	8	1	1	0	1	35
1984	2	2	3	0	4	5	3	5	2	4	1	1	32
1985	2	1	1	2	2	2	5	1	0	1	0	1	18
1986	2	0	1	5	4	3	2	2	5	1	0	1	26
1987	1	1	1	1	1	2	2	8	1	5	4	0	27
1988	2	3	2	4	6	6	3	2	2	1	0	2	33
1989	0	1	0	5	6	1	4	8	0	0	1	0	26
1990	0	1	0	5	5	5	5	5	6	1	5	2	40
1991	1	1	1	2	2	1	6	2	10	2	4	0	32
1992	1	1	4	2	5	5	2	7	2	3	0	0	32
1993	0	3	0	8	5	8	3	6	4	1	0	0	38
1994	4	1	0	1	4	6	6	3	4	2	0	0	31
1995	2	3	2	1	3	4	4	4	1	1	0	1	26
1996	0	5	1	1	2	2	1	3	3	2	2	0	22



### DÍAS DE TORMENTA

AÑO	MENSUAL												ANUAL
	ENE.	FEB.	MAR.	ABR.	MAY.	JUN.	JUL.	AGO.	SEP.	OCT.	NOV.	DIC.	
1997	2	1	0	0	8	4	6	10	2	2	4	2	41
1998	1	1	1	6	2	3	7	2	4	5	3	1	36
1999	0	1	3	2	4	2	4	4	4	2	2	3	31
2000	0	0	0	0	4	4	1	5	3	1	1	0	19
2001	2	1	1	0	1	0	3	3	1	2	2	0	16
2002	0	2	0	0	3	3	2	2	0	1	1	1	15
2003	1	0	2	0	1	5	2	3	2	4	2	1	23
2004	2	2	2	2	0	2	3	4	6	2	1	1	27
2005	3	2	3	4	3	2	0	3	2	2	2	1	27
2006	1	1	3	3	3	3	5	1	3	3	0	2	28
2007	3	1	3	2	3	2	1	1	2	1	0	1	20
2008	2	0	3	0	4	8	0	2	1	1	1	0	22
N	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30
MEDIA	1,30	1,50	1,67	2,37	3,30	3,43	3,63	3,77	2,67	2,20	1,57	1,20	28,60
MAX	4	5	4	8	8	8	8	10	10	5	5	6	10
MIN	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0

## DÍAS DE NIEBLA

### DÍAS DE NIEBLA

AÑO	MENSUAL												ANUAL
	ENE.	FEB.	MAR.	ABR.	MAY.	JUN.	JUL.	AGO.	SEP.	OCT.	NOV.	DIC.	
1979	11	5	5	6	8	13	7	9	12	6	6	3	91
1980	9	4	8	4	10	4	5	11	14	5	3	6	83
1981	17	7	3	16	7	10	15	11	7	6	6	2	107
1982	9	5	3	2	11	13	7	9	10	11	8	12	100
1983	6	9	14	4	11	9	17	14	8	8	8	6	114
1984	6	6	2	6	4	13	6	9	11	6	7	6	82
1985	10	5	5	7	12	10	15	4	6	4	8	4	90
1986	6	4	9	11	13	14	9	5	8	12	7	3	101
1987	13	14	9	8	8	11	17	14	10	5	11	4	124
1988	8	7	7	12	12	11	7	14	12	5	6	6	107
1989	7	3	13	7	10	7	8	7	7	7	5	2	83
1990	5	3	5	13	11	16	6	9	6	7	10	7	98
1991	10	6	10	12	10	12	14	13	9	5	9	6	116
1992	5	3	14	13	6	13	17	12	7	15	13	6	124
1993	3	2	9	9	10	13	14	6	8	4	9	9	96
1994	6	6	20	11	12	14	15	11	12	7	7	12	133
1995	9	8	12	6	7	6	13	8	13	10	4	8	104
1996	1	6	2	9	10	13	8	11	7	7	13	10	97



### DÍAS DE NIEBLA

AÑO	MENSUAL												ANUAL
	ENE.	FEB.	MAR.	ABR.	MAY.	JUN.	JUL.	AGO.	SEP.	OCT.	NOV.	DIC.	
1997	14	6	10	10	9	13	12	14	10	9	5	5	117
1998	3	4	6	8	15	8	12	10	10	12	7	6	101
1999	10	11	9	9	9	6	6	8	5	7	14	8	102
2000	6	15	7	6	16	10	7	10	9	7	1	1	95
2001	2	4	3	4	8	3	12	5	4	1	6	6	58
2002	4	3	8	6	5	15	11	9	2	8	5	4	80
2003	4	4	9	6	6	16	4	6	10	6	2	7	80
2004	9	7	5	6	12	9	6	10	10	5	9	9	97
2005	4	8	1	11	10	11	7	5	10	4	10	12	93
2006	11	5	6	10	13	14	7	6	10	7	6	7	102
2007	10	4	9	21	13	9	12	7	7	11	5	8	116
2008	10	5	8	13	13	12	9	5	4	9	14	14	116
N	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30
MEDIA	7,60	5,97	7,70	8,87	10,03	10,93	10,17	9,07	8,60	7,20	7,47	6,63	100,23
MAX	17	15	20	21	16	16	17	14	14	15	14	14	21
MIN	1	2	1	2	4	3	4	4	2	1	1	1	1

## HUMEDAD RELATIVA

### HUMEDAD RELATIVA

AÑO	MENSUAL												ANUAL
	ENE.	FEB.	MAR.	ABR.	MAY.	JUN.	JUL.	AGO.	SEP.	OCT.	NOV.	DIC.	
1979	79	76	75	78	77	85	81	85	87	74	76	70	78,58
1980	77	70	77	72	84	78	80	85	83	80	70	76	77,67
1981	88	78	65	84	72	79	85	86	81	78	79	75	79,17
1982	73	74	80	76	79	80	83	84	72	79	73	83	78,00
1983	72	78	82	63	77	78	90	88	78	75	76	73	77,50
1984	78	81	74	68	82	83	80	84	79	74	75	79	78,08
1985	78	69	75	76	82	83	84	82	77	79	76	68	77,42
1986	83	79	81	87	84	86	84	83	87	86	74	72	82,17
1987	77	82	75	72	80	81	87	84	73	72	78	70	77,58
1988	74	67	76	80	79	83	78	82	77	66	69	77	75,67
1989	73	71	71	76	73	77	80	83	79	68	68	56	72,92
1990	71	67	62	83	76	83	74	78	78	70	81	78	75,08
1991	73	74	73	77	83	81	84	83	79	74	74	74	77,42
1992	74	67	80	81	72	84	84	80	80	88	77	79	78,83
1993	68	70	75	76	78	89	86	82	78	74	79	81	78,00
1994	77	71	84	80	79	82	87	87	81	80	80	80	80,67
1995	73	75	74	80	75	81	83	85	79	70	70	75	76,67
1996	64	79	68	79	74	81	83	86	82	78	83	78	77,92

### HUMEDAD RELATIVA

AÑO	MENSUAL												ANUAL
	ENE.	FEB.	MAR.	ABR.	MAY.	JUN.	JUL.	AGO.	SEP.	OCT.	NOV.	DIC.	
1997	80	69	77	76	73	78	88	85	81	76	74	72	77,42
1998	67	68	75	74	79	80	82	81	77	81	79	73	76,33
1999	72	84	76	78	80	83	87	84	75	75	78	76	79,00
2000	74	81	79	70	81	79	82	85	79	81	73	62	77,17
2001	71	74	70	75	80	79	84	82	73	62	80	75	75,42
2002	65	73	73	79	75	87	86	87	77	75	73	70	76,67
2003	76	73	66	67	76	84	79	78	73	79	72	75	74,83
2004	78	76	73	77	80	81	84	75	81	72	82	83	78,50
2005	74	75	61	77	76	80	76	78	80	67	77	83	75,33
2006	82	79	72	80	78	79	83	77	79	71	71	73	77,00
2007	79	72	77	86	84	81	80	80	80	83	77	76	79,58
2008	78	65	79	77	80	88	81	82	79	80	82	84	79,58
N	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30,00
MEDIA	74,93	73,90	74,17	76,80	78,27	81,77	82,83	82,70	78,80	75,57	75,87	74,87	77,54
MAX	90	84	84	87	84	89	90	88	87	88	83	84	90,00
MIN	64	65	61	63	72	77	74	75	72	62	68	56	56



## INSOLACIÓN

### INSOLACIÓN

AÑO	MENSUAL												ANUAL
	ENE.	FEB.	MAR.	ABR.	MAY.	JUN.	JUL.	AGO.	SEP.	OCT.	NOV.	DIC.	
1979		61,9	104,9	73	180,4	147,1					109,8	98,1	775,20
1980	72,3	99,3	69,4	107,3	71,6	140,4	193,3	189,7	150,6	95	120,9	100	1409,80
1981	79	108,2	119,2	100,1	165,3	227	163,3	187,7	150,7	98	142,8	34,6	1575,90
1982	57,2	78,9	136,5	172,1	184,1	150,6	154,4	134,1	166	77,2	89,4		1400,50
1983	89,7	63,1	78,6	113,3	122,1	156,6	77,7	125,8	171,8	136,3	63,4	83,2	1281,60
1984	60,8	59,8	123,1	203,5	75,7	144,9	206,9	136,1	114,7	125	59	85,1	1394,60
1985	35,3	110	56,4	126,3	85,2	142,4	134,9	183,9	175,9	164,1	87	119,6	1421,00
1986	56,1	76,7	128	87	194,5	167,4	188,7	215,9	161	121	139,7	86,6	1622,60
1987	84,6	59,7	139,6	205,1	165,4	198,8	140,9	182,2	207,5	88,8	100	103,9	1676,50
1988	84,8	132,4	126,9	128,4	160,4	162	244,7	138,5	144,2	176,3	189,1	100,1	1787,80
1989	162,5	147	164,7	132,4	242,6	260,2	227	220,4	237,4	195,1	101,6	128,9	2219,80
1990	136,1	129,8	207,9	105	222,5	143,8	270,2	257,2	199	163,1	76,3	100,3	2011,20
1991	93,8	107,1	116,6	161,8	148	188,7	170,6	221,8	187,1	124,4	80,2	134,4	1734,50
1992	96,6	151,9	96,3	114	234,2	125,6	194,7	190,1	154,3	63,5	93,1	67,6	1581,90
1993	132,1	139	159,9	148,4	188,4	163,7	201,3	202	150,4	119,5	118,5	68	1791,20
1994	82,8	109,4	151,1	132,3	204,4	231,7	165,3	127,9	141,2	146,6	103,3	72	1668,00
1995	101,5	117,7	164,1	188,6	205,4	227,7	211,8	182,1	157,6	182,7	144	75,7	1958,90
1996	115	76	205,1	187,3	237,8	198	221,7	149,8	199,5	183,7	67,6	86,9	1928,40



## INSOLACIÓN

AÑO	MENSUAL												ANUAL
	ENE.	FEB.	MAR.	ABR.	MAY.	JUN.	JUL.	AGO.	SEP.	OCT.	NOV.	DIC.	
1997	105,6	142	217,4	245	188,8	194	153,6	186,2	204,6	161,8	88,7	86,5	1974,20
1998	145,8	159,5	171,7	132,8	156,8	193,5	208,3	200,4	177,5	137,7	115,2	114,8	1914,00
1999	124,5	60,2	122,6	159,5	172,5	188	193,6	211,8	165,9	148,8	102,5	75	1724,90
2000	109,2	85,6	145,7	142,1	182,2	199,8	244,1	206,2	201,2	115,4	78,4	100	1809,90
2001	79,1	98	130,3	155,3	194,1	225,1	189	188,6	190,2	192	87,1	137,1	1865,90
2002	154,8	87,5	176,4	188,6	176,4	131	169,2	123,8	222	119,1	112	80,5	1741,30
2003	79,1	75,5	177,3	184,7	237,4	174,3	210,3	228,1	173,2	96,5	129,7	98,6	1864,70
2004	50,3	141,4	143,1	164,6	215,3	229,9	224	232	166,6	132,8	112,3	59,9	1872,20
2005	132,8	103	196,1	151	211	216	232,2	236,4	194,8	166,8	111,6	86,1	2037,80
2006	88,3	91,4	138,7	165	201,9	230	199,5	202	171,2	154,2	138,3	109,6	1890,10
2007	89,9	94,3	99	143,7	130,8	194,6	213,4	202,9	199	142,1	104,4	121	1735,10
2008	109,1	175,2	98,6	183	190,3	158,8	237,9	212,6	181,2	134,5	66,8	68,9	1816,90
N	29	30	30	30	30	30	29	29	29	29	30	29	30,00
MEDIA	96,85	104,72	138,84	150,04	178,18	183,72	194,57	188,83	176,42	136,62	104,42	92,52	1745,74
MAX	162,5	175,2	217,4	245	242,6	260,2	270,2	257,2	237,4	195,1	189,1	137,1	270,20
MIN	35,3	59,7	56,4	73	71,6	125,6	77,7	123,8	114,7	63,5	59	34,6	34,60