

**PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN DE RONDA ESTE, TRAMO PO-542 (PONTE BORA-O PINO) A
PO-532 (PONTEVEDRA-PONTECALDELAS). ACCESO A MONTECELO Y COMPLEJO
PRÍNCIPE FELIPE**

ANEJO Nº3 CLIMATOLOGÍA E HIDROLOGÍA

	Pág.
1. ANTECEDENTES	3
1.1. ESTACIONES METEOROLÓGICAS	3
1.2. ESTACIONES SELECCIONADAS CRITERIOS DE SELECCIÓN	5
1.3. VARIABLES CLIMÁTICAS	5
1.3.1. PRECIPITACIONES	5
1.3.1.1. PRECIPITACIÓN MEDIA MENSUAL Y ANUAL	5
1.3.1.2. PRECIPITACIÓN MÁXIMA EN 24 HORAS	6
1.3.1.3. PRECIPITACIÓN MÁXIMA MENSUAL	7
1.3.1.4. NÚMERO DE DÍAS DE LLUVIA	7
1.3.1.5. NÚMERO DE DÍAS DE NIEVE	7
1.3.1.6. NÚMERO DE DÍAS DE GRANIZO	7
1.3.1.7. NÚMERO DE DÍAS DE TORMENTA	7
1.3.1.8. NÚMERO DE DÍAS DE NIEBLA	8
1.3.1.9. NÚMERO DE DÍAS DE ESCARCHA	8
1.3.1.10. NÚMERO DE DÍAS DE ROCIO	8
1.3.2. TEMPERATURAS	12
1.3.2.1. TEMPERATURA MEDIA MENSUAL Y ANUAL	12
1.3.2.2. TEMPERATURA MEDIA DE LAS MÍNIMAS	12
1.3.2.3. TEMPERATURA MEDIA DE LAS MÁXIMAS	12
1.3.2.4. TEMPERATURA MÁXIMA ABSOLUTA	12
1.3.2.5. TEMPERATURA MÍNIMA ABSOLUTA	13
1.3.2.6. OSCILACIÓN DE LAS TEMPERATURAS	13
1.3.3. OTROS DATOS DE INTERES	16
1.3.3.1. HUMEDAD MEDIA RELATIVA	16
1.3.3.2. EVAPORACIÓN MEDIA DIARIA	16
1.3.3.3. NÚMERO MEDIO ANUAL DE DÍAS DE SOL	17
1.3.3.4. NÚMERO MEDIO ANUAL DE DÍAS DESPEJADOS	17
1.3.3.5. NÚMERO DE DÍAS CON HELADAS	18
1.4. CLASIFICACIÓN E ÍNDICES CLIMÁTICOS	19
1.4.1. ÍNDICE DE ARIDEZ DE MARTONNE	19
1.4.2. DANTIN, CEREDERA Y REVENGA	19
1.4.3. ÍNDICE DE PLUVIOSIDAD DE LANG	19
1.4.4. CLASIFICACIÓN SEGÚN PRECIPITACIONES DE BLAIR	20
1.4.5. CLASIFICACIÓN CLIMÁTICA DE KÖPPEN	20
1.4.6. CLASIFICACIÓN AGROCLIMÁTICA DE PAPADAKIS	21
1.4.7. CLASIFICACIÓN CLIMÁTICA DE ALLUÉ	22
1.4.8. DIAGRAMAS OMBOEDRICOS DE WALTER GAUSSEN	22
1.5. DETERMINACIÓN DEL NÚMERO DE DÍAS APROVECHABLES EN LA EJECUCIÓN DE LAS OBRAS	23
1.5.1. COEFICIENTES DE REDUCCIÓN	23
1.5.2. FACTORES QUE AFECTAN A LAS OBRAS	24
1.5.3. COEFICIENTES TOTALES	24
1.5.4. DÍAS TRABAJABLES	24
1.6. PRECIPITACIONES MÁXIMAS	27
1.6.1. METODOLOGÍA	27
1.6.2. TRATAMIENTO DE DATOS PLUVIOMETRICOS	27
1.6.3. CALCULO DE LA PRECIPITACIÓN MÁXIMA DIARIA	27
1.6.3.1. AJUSTE DE GUMBEL	27
1.6.3.2. AJUSTE DE SQRT-ET Max	28
1.6.3.3. PRECIPITACIONES MÁXIMAS SEGÚN LAS MÁXIMAS LLUVIAS DIARIAS EN LA ESPAÑA PENINSULAR	29
1.6.3.4. MÉTODO DE LOS POLIGONOS DE THIESEN	31
1.6.3.5. PRECIPITACIONES DE CALCULO ADOPTADAS	32
1.7. COMUNICACIONES MANTENIDAS CON LOS ORGANISMOS DE LAS CUENCAS	32
2. HIDROLOGIA	34
2.1. INTRODUCCION	34
2.2. DEFINICION DE LAS CUENCAS INTERCEPTADAS POR LA TRAZA	34
2.3. PERIODOS DE RETORNO	35
2.4. CAUDALES DE AVENIDA	35
2.4.1. DETERMINACIÓN DE PARÁMETROS HIDROLÓGICOS	36
2.4.1.1. INTENSIDADES MEDIAS DE PRECIPITACIÓN	36
2.4.1.1.1. TIEMPO DE CONCENTRACIÓN	36
2.4.1.1.2. MÁXIMA PRECIPITACIÓN DIARIA	37
2.4.1.2. COEFICIENTE DE ESCORRENTÍA	37
2.4.1.3. DETERMINACIÓN UMBRAL DE ESCORRENTIA (P ₀)	37
2.4.1.4. COEFICIENTE DE UNIFORMIDAD	39
2.5. RESULTADOS	39
2.6. ANÁLISIS DEL COMPORTAMIENTO HIDRÁULICO DE LOS CAUDALES PRINCIPALES	40
2.6.1. INVENTARIO DEL DRENAJE EXISTENTE	40

APENDICES

APENDICE 1: ESTACIONES SELECCIONADAS (E: 1/ 12.500)

APENDICE 2: DISTRIBUCION DE GUMBEL

APENDICE 3: DISTRIBUCION SQRT-ET max

APENDICE 4: POLIGONOS DE THIESSEN (E: 1/ 12.500)

APENDICE 5: PLANOS DE CUENCAS

- PLANO CUENCAS E: 1/ 2.000

APENDICE 6: USOS DEL SUELO

- USOS DEL SUELO E: 1/ 2.000

CODIGO DE IDENTIFICACIÓN	TIPO DE ESTACION	CUENCA HIDROGRÁFICA	NOMBRE ESTACIÓN	Nº DE AÑOS CON DATOS DE TEMPERATURA	Nº DE AÑOS CON DATOS DE PRECIPITACION	Nº DE AÑOS COMPLETOS	COORDENADAS		ALTITUD (m)
							LATITUD (N)	LONGITUD (W)	
1484	C	GALICIA - COSTA	PONTEVEDRA -"INSTITUTO"	1964-1985	1964-1985	21	42° 25'	08° 38'	19
1484 C	CA	GALICIA - COSTA	PONTEVEDRA - "MOURENTE"	1985 -2014	1985 -2014	29	42° 26'	08° 38'	107

- C: Completa
- CA: Completa / automática
- En el Apéndice nº1, se adjunta un plano a escala 1:25.000 en el que se refleja la posición de dichas estaciones con respecto a la traza.

1.2. ESTACIONES SELECCIONADAS CRITERIOS DE SELECCIÓN

La Organización Meteorológica Mundial (O.M.M) recomendó un periodo uniforme de 30 años para caracterizar el clima actual. Posteriormente modifíco este valor adoptando los indicados en la tabla siguiente:

Periodo óptimo de años para el estudio de climatología:

VARIABLE	ISLAS	COSTAS	LLANURAS	MONTAÑAS
TEMPERATURA	10	15	15	25
HUMEDAD	3	6	5	10
NUBOSIDAD	4	4	8	12
VISIBILIDAD	5	5	5	8
PRECIPITACIÓN	25	40	40	50

Para la estación climática, en cuanto a precipitaciones y temperaturas de la zona de estudio se han escogido las estaciones de **Pontevedra "Instituto"-1484 y Pontevedra "Mourete"-1484C**, por ser las más cercanas a la traza propuesta y cubrir todas las cuencas vertientes hacia el corredor de estudio.

La estación **1484C- "Pontevedra Mourete"** es la estación completa más cercana a la zona de estudio. Los datos facilitados por esta estación también se han tenido en cuenta para la obtención de otros valores como humedad media relativa, evaporación media, nº de días despejados, insolación media mensual.

Por lo tanto y a pesar de que las estaciones escogidas no cumplen estrictamente las recomendaciones dadas por la O.M.M se ha optado por utilizar las estaciones anteriormente nombradas para el estudio climatológico.

1.3. VARIABLES CLIMÁTICAS

Tomando como base las series de datos disponibles de las mencionadas estaciones y, mediante un estudio estadístico, se han obtenido los valores medios de las principales variables climáticas.

A continuación, se detallan las principales variables climáticas obtenidas.

1.3.1. PRECIPITACIONES

1.3.1.1. PRECIPITACIÓN MEDIA MENSUAL Y ANUAL

A partir de las estaciones meteorológicas seleccionadas se han obtenido los siguientes valores (en mm) para la precipitación media mensual y anual.

	Precipitación media mensual (mm)					
	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO
Media	211	182	142	133	125	65
Pontevedra "Instituto" -1484	233	230	160	126	138	68
Pontevedra "Mourete" -1484C	188	134	124	141	113	63

	Precipitación media mensual (mm)						
	JULIO	AGOSTO	SEPT.	OCTUBRE	NOV.	DIC.	ANUAL
Media	40	45	105	193	195	223	1.648
Pontevedra "Instituto" -1484	37	35	119	164	173	232	1.724
Pontevedra "Mourete" -1484C	43	56	92	221	218	215	1.572

En el gráfico P1, que se adjunta al final del Apartado 1.3.1.10 se incluye la representación gráfica de los valores obtenidos.

Tal y como puede verse, en los meses de Septiembre , Octubre , Noviembre, Diciembre , Enero, Febrero , Marzo, Abril y Mayo la precipitación media mensual supera los 100 mm, en los meses de Diciembre y Enero se superan los 200 mm.

La máxima precipitación mensual se produce en Diciembre con 223 mm y la mínima en Julio con 40 mm. La precipitación media anual es de 1.648 mm.

1.3.1.2. PRECIPITACIÓN MÁXIMA EN 24 HORAS

Se adjuntan a continuación tablas, en las que se muestran los datos utilizados en cada estación seleccionada, para la determinación de la precipitación máxima en 24 horas:

CÓDIGO	1484 ESTACIÓN Pontevedra-"Instituto"												Nº Datos	22
AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	MAX	pmax/10
1964	73	400	450	490	420	280	62	32	276	410	80	500	500	50
1965	567	98	330	170	136	30	204	300	460	360	472	543	567	56,7
1966	380	570	21	321	421	218	3	165	530	480	480	250	570	57
1967	220	300	250	50	360	250	10	85	650	370	270	200	650	65
1968	200	420	260	450	450	200	100	120	730	590	300	740	740	74
1969	1020	470	500	700	500	240	90	145	760	270	390	370	1020	102
1970	430	210	200	140	580	330	150	200	110	100	440	150	580	58
1971	540	410	380	280	240	220	1260	180	100	220	342	200	1260	126
1972	390	980	405	430	365	180	50	160	230	620	550	420	980	98
1973	490	170	340	180	380	160	330	0	343	320	250	455	490	49
1974	490	370	155	170	450	870	40	190	330	100	430	210	870	87
1975	560	320	290	280	190	40	70	60	1030	205	244	140	1030	103
1976	670	280	302	240	40	22	220	190	470	690	450	430	690	69
1977	540	730	190	325	240	240	240	340	350	730	430	463	730	73
1978	470	590	360	210	180	140	30	51	156	140	116	1200	1200	120
1979	600	690	420	632	394	90	210	140	100	400	480	636	690	69
1980	450	300	496	550	292	250	240	167	352	390	290	504	550	55
1981	52	586	496	321	285	237	26	2	625	450	12	864	864	86,4
1982	330	296	172	174	210	362	66	190	514	300	446	469	514	51,4
1983	99	655	156	398	380	239	210	408	76	360	257	506	655	65,5
1984	622	368	391	330	360	320	110	220	520	410	632	476	632	63,2
1985	296	376	244	238	150	120	260	85	6	---	---	---	376	37,6

CÓDIGO	1484 C ESTACIÓN Pontevedra-"Mourente"												Nº Datos	30
AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	MAX	pmax/10
1985	---	---	---	---	---	---	---	---	---	292	740	450	740	74
1986	308	460	124	325	312	182	14	296	1050	250	564	140	1050	105
1987	257	380	273	327	28	238	296	120	270	750	206	626	750	75
1988	450	380	176	337	231	246	210	101	84	384	639	112	639	63,9
1989	243	296	309	217	70	176	23	277	22	420	379	900	900	90
1990	316	140	113	528	83	80	90	364	110	623	330	313	623	62,3
1991	462	255	279	187	77	348	419	268	475	236	491	70	491	49,1
1992	319	342	270	200	329	162	45	759	614	302	322	504	759	75,9
1993	390	38	478	316	359	119	7	84	297	400	358	324	478	47,8
1994	540	392	73	505	541	129	77	382	275	362	695	392	695	69,5
1995	261	525	303	108	372	219	104	59	282	267	582	866	866	86,6
1996	496	432	404	155	471	82	153	209	329	521	857	504	857	85,7
1997	500	320	0	132	455	211	32	249	32	715	503	548	715	71,5
1998	205	384	460	412	189	188	276	24	593	163	347	450	593	59,3
1999	318	230	340	300	212	104	155	440	613	567	375	536	613	61,3
2000	229	158	101	476	404	161	232	410	341	371	651	626	651	65,1
2001	559	341	562	160	454	133	368	317	114	1020	18	270	1020	102
2002	308	455	297	184	366	186	139	47	250	579	825	323	825	82,5
2003	583	279	249	295	74	334	210	248	103	527	577	187	583	58,3
2004	294	67	256	208	90	200	159	203	197	660	263	194	660	66
2005	236	60	304	156	336	225	95	59	230	845	248	372	845	84,5
2006	203	274	320	291	114	95	32	266	175	886	833	421	886	88,6
2007	182	241	219	231	245	491	243	85	140	49	324	198	491	49,1
2008	388	163	184	405	239	154	89	675	196	248	367	485	675	67,5
2009	324	193	193	267	239	592	371	9	59	578	425	562	592	59,2
2010	358	534	253	115	303	411	123	42	150	672	284	513	672	67,2
2011	566	282	406	175	80	36	378	443	64	735	437	349	735	73,5
2012	177	37	137	388	202	129	119	136	318	299	322	433	433	43,3
2013	596	233	309	486	364	223	220	73	463	649	440	317	649	64,9
2014	295	297	209	331	---	---	---	---	---	---	---	---	331	33,1

A partir de los datos de las estaciones meteorológicas seleccionadas se han obtenido los siguientes valores (en mm) para cada estación seleccionada.

	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPT.	OCT.	NOV.	DIC.	ANUAL
ESTACIÓN PONTEVEDRA - "INSTITUTO" - 1484 -- PRECIPITACIONES MÁXIMAS EM 24 HORAS (mm)													
MEDIA	431	436	309	322	319	229	181	156	396	377	351	463	752
MAXIMA	1.020	980	500	700	580	870	1.260	408	1.030	730	632	1.200	1.260
MÍNIMA	52	98	21	50	40	22	3	0	6	100	12	140	490
ESTACIÓN PONTEVEDRA - "MOURENTE" - 1484C -- PRECIPITACIONES MÁXIMAS EM 24 HORAS (mm)													
MEDIA	357	282	262	283	259	209	167	237	280	496	462	413	692
MAXIMA	596	534	562	528	541	592	419	759	1.050	1.020	857	900	1.050
MÍNIMA	177	37	0	108	28	36	7	9	22	49	18	70	331

Los valores medios, máximos y mínimos mensuales y anuales obtenidos son los siguientes:

Precipitación máxima en 24 horas (mm)													
	ENERO	FEB.	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AG.	SEPT.	OCT.	NOV.	DIC.	ANUAL
Media	39	36	29	30	29	22	17	20	34	44	41	44	72
Máximo	81	76	53	61	56	73	84	58	104	88	74	105	116
Mínimo	11	7	1	8	3	3	1	0	1	7	2	11	41

En el gráfico P2, que se adjunta al final del Apartado 1.3.1.10, se incluye la representación gráfica de los valores obtenidos. La precipitación máxima en 24 horas.

La precipitación media en 24 horas media anual es de 72 mm, mientras que la máxima es de 116 mm y la mínima de 41 mm.

1.3.1.3. PRECIPITACIÓN MÁXIMA MENSUAL

A partir de las estaciones meteorológicas seleccionadas se han obtenido los siguientes valores (en mm) para la precipitación máxima mensual y anual.

Precipitación máxima mensual (mm)													
	ENERO	FEB.	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOST.	SEPT.	OCT.	NOV.	DIC.	ANUAL
Media	402	283	309	259	207	139	119	88	188	310	292	432	1.491
Pontevedra "Instituto" - 1484	446	519	331	348	339	233	229	104	300	465	384	724	2.199
Pontevedra "Mourente" - 1484C	359	330	596	430	282	183	129	159	263	466	494	570	2.273

En el gráfico P3, que se adjunta al final del Apartado 1.3.1.10, se incluye la representación gráfica de los valores obtenidos. La precipitación mensual máxima se produce en los meses de Diciembre, con 432 mm, mientras que la mínima se produce en el mes de Agosto con 88 mm.

1.3.1.4. NÚMERO DE DÍAS DE LLUVIA

A partir de las estaciones meteorológicas seleccionadas se han obtenido los siguientes valores (en días) para el número de días con precipitación apreciable medio.

Nº de días de lluvia													
	ENERO	FEB.	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOST.	SEPT.	OCT.	NOV.	DIC.	ANUAL
Media	20	18	17	18	17	10	8	8	13	17	21	20	146
Pontevedra "Instituto" -1484	25	25	22	23	22	13	11	10	18	20	27	26	164
Pontevedra "Mourente" -1484C	15	12	11	14	12	7	5	6	8	14	14	15	129

En el gráfico P4, que se adjunta al final del apartado 1.3.1.10, se incluye la representación gráfica de los valores obtenidos.

El número de días máximo de lluvias se produce en Noviembre con 21 días, mientras que el número mínimo de días se produce en los meses de Julio y Agosto con 8 días.

1.3.1.5. NÚMERO DE DÍAS DE NIEVE

Para la determinación de los números de días de Nieve se ha utilizado la estación de Pontevedra "Mourente"-1484C por ser la más próxima al área de estudio.

A partir de los datos obtenidos de la estación de "Mourente" se obtiene el número medio mensual y anual de los días de nieve, los cuales se indican en la siguiente tabla:

ENER.	FEB.	MARZ.	ABRIL	MAY.	JUNIO	JULIO	AGOS.	SEPT.	OCT.	NOV.	DIC.	ANUAL
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Tal y como puede verse, el número medio anual de días de nieve es de 0, y la media de días de nieve en cada uno de los meses también es cero, por lo que no se ha procedido a la representación gráfica de estos valores.

1.3.1.6. NÚMERO DE DÍAS DE GRANIZO

A partir de los datos obtenidos en la Estación de Pontevedra "Mourente" -1484 C se obtiene que el número medio mensual y anual de días de granizo es el que se indica en la siguiente tabla:

Tal y como puede verse el número medio anual de días de granizo es de 4 días.

En el gráfico N1 que se adjunta al final del Apartado 1.3.1.10 puede verse la representación gráfica de los valores obtenidos.

1.3.1.7. NÚMERO DE DÍAS DE TORMENTA

A partir de los datos obtenidos de la estación de Pontevedra "Mourente"-1484C se obtiene el número medio mensual y anual de días de tormenta es el que se indica en la siguiente tabla:

ENER.	FEB.	MARZ.	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOS.	SEPT.	OCT.	NOV.	DIC.	ANUAL
1	1	1	1	2	1	1	1	1	1	1	1	13

En total se producen como media 13 días de tormenta, que se reparten a lo largo de todo el año.

En el gráfico N2 que se adjunta en el Apartado 1.3.1.10 puede verse la representación gráfica de los valores obtenidos.

1.3.1.8. NÚMERO DE DÍAS DE NIEBLA

Otro meteoro relevante es la niebla. En la zona de estudio se registran, según datos de la estación de Pontevedra “Mourente” - 1484C, unos 32 días al año con niebla, es decir, días en que en algún momento se observa niebla, sea esta más o menos persistente.

ENER.	FEB.	MARZ.	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOS.	SEPT.	OCT.	NOV.	DIC.	ANUAL
2	2	1	2	2	2	3	4	4	3	3	3	30

Es un fenómeno especialmente frecuente en los meses finales de verano y durante el otoño, así por ejemplo, el mes de Septiembre tiene 5 días de niebla.

Los valores mínimos se observan durante la primavera, en concreto durante los meses de Enero, Febrero, Marzo, Abril y Mayo; el mes en el que se observa menos niebla es el de Marzo, con un día.

Se trata de nieblas generadas esencialmente por enfriamiento del aire en las noches, ya considerablemente largas, de los últimos días de verano y de los primeros de otoño, cuando aún se registra una evaporación intensa desde un agua templada.

En el gráfico N3 que se adjunta al final del apartado 1.3.1.10 puede verse la representación gráfica de los valores obtenidos.

1.3.1.9. NÚMERO DE DÍAS DE ESCARCHA

A partir de los datos obtenidos en la Estación de Pontevedra “Mourente” – 1484 C se obtiene que el número medio mensual y anual de días de escarcha es el que se indica en la siguiente tabla:

ENER.	FEB.	MARZ.	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOS.	SEPT.	OCT.	NOV.	DIC.	ANUAL
2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	7

Anualmente en la zona de estudio una media de 6 días de escarcha.

En los meses de Diciembre, Enero y Febrero se produce el número máximo de días de escarcha, mientras que en el resto de los meses no se aprecia ningún día con escarcha.

En el gráfico N4 que se adjunta al final del Apartado 1.3.1.10 puede verse la representación gráfica de los valores obtenidos.

1.3.1.10. NÚMERO DE DÍAS DE ROCIO

En el gráfico N5 que se adjunta al final del Apartado 1.3.1.10 pueden verse los valores del número de días de rocío (en días), obtenidos a partir de las mediciones realizadas en la estación de Pontevedra “Mourente”-1984C.

ENER.	FEB.	MARZ.	ABRIL	MAY.	JUNIO	JULIO	AGOS.	SEPT.	OCT.	NOV.	DIC.	ANUAL
5	4	4	4	5	5	6	7	8	6	6	5	62

Tal y como puede verse, los menores números de rocío se producen en Marzo y Abril, con 3 días.

El mayor número de días de rocío se produce en el mes de Septiembre con 7 días de rocío. Como media, se producen al año 57 días de rocío.

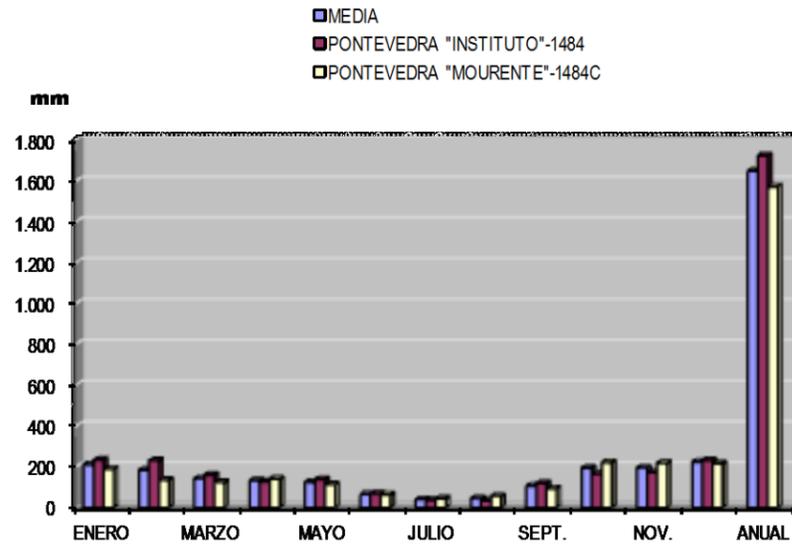


Gráfico P1: Precipitación Media Mensual y Anual (mm)

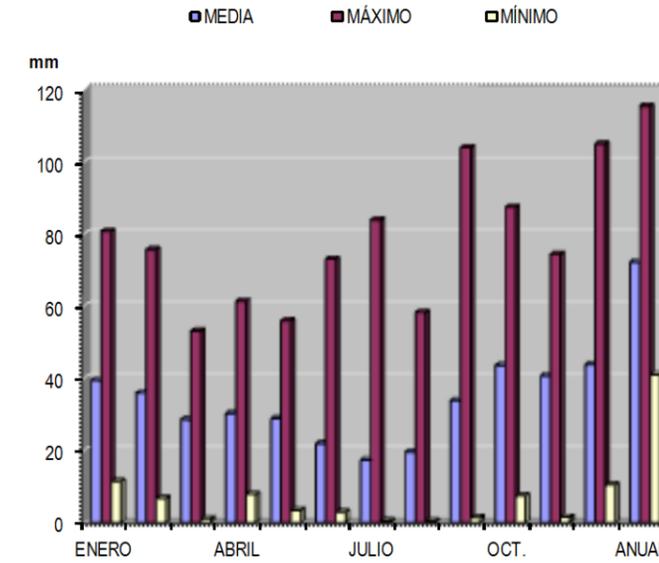


Gráfico P2: Precipitación Máxima en 24 horas (mm)

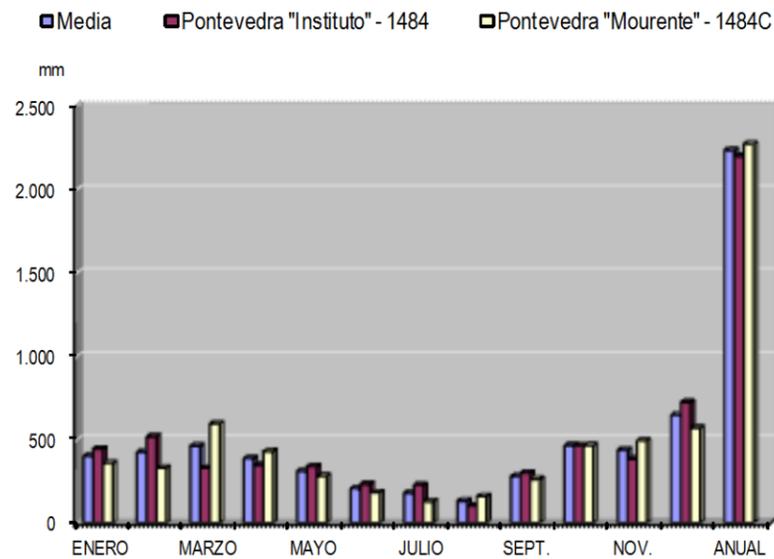


Gráfico P3: Precipitación Máxima Mensual y Anual (mm)

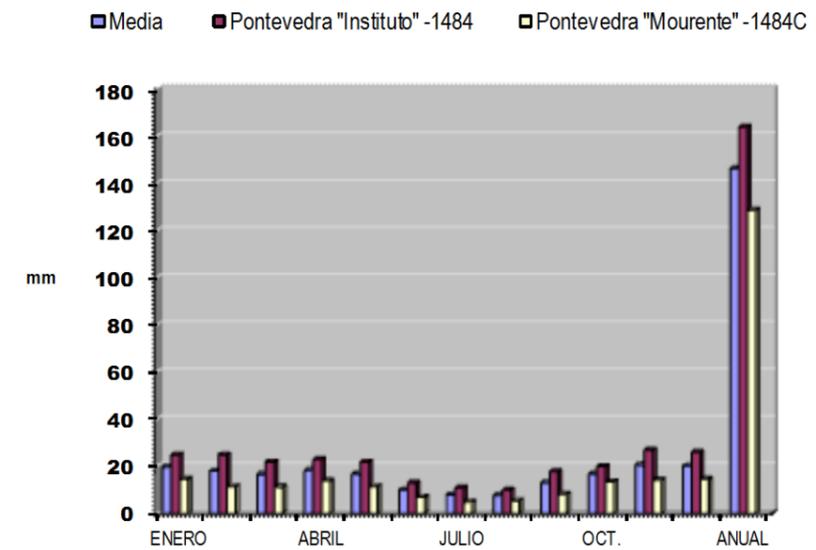


Gráfico P4: Nº de días con precipitación apreciable (Nº de días de lluvia) (mm)

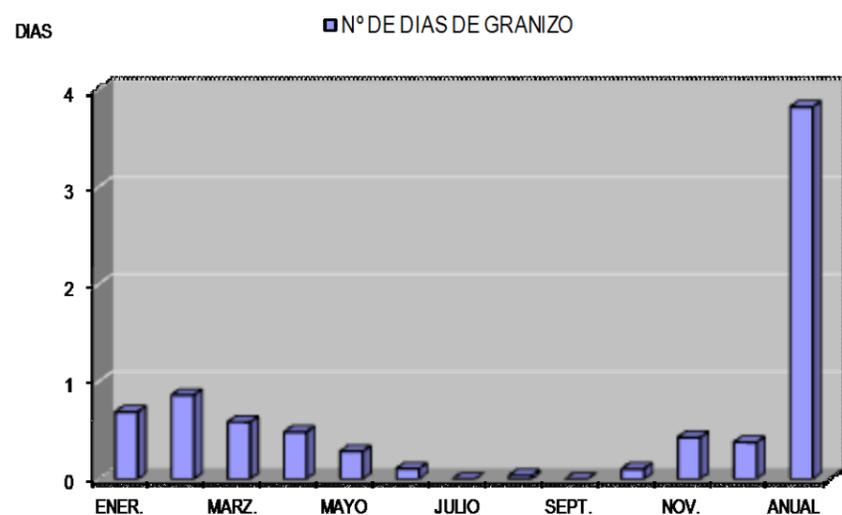


Gráfico N1: Número de días de granizo

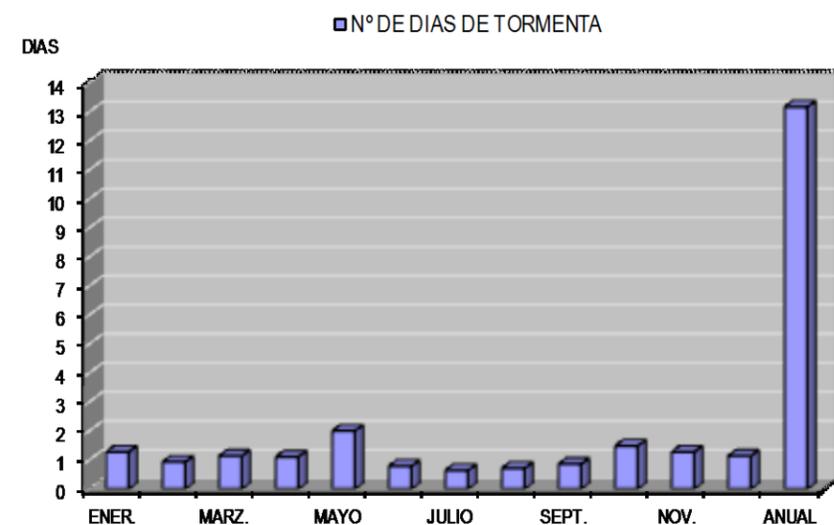


Gráfico N2: Número de días de tormenta

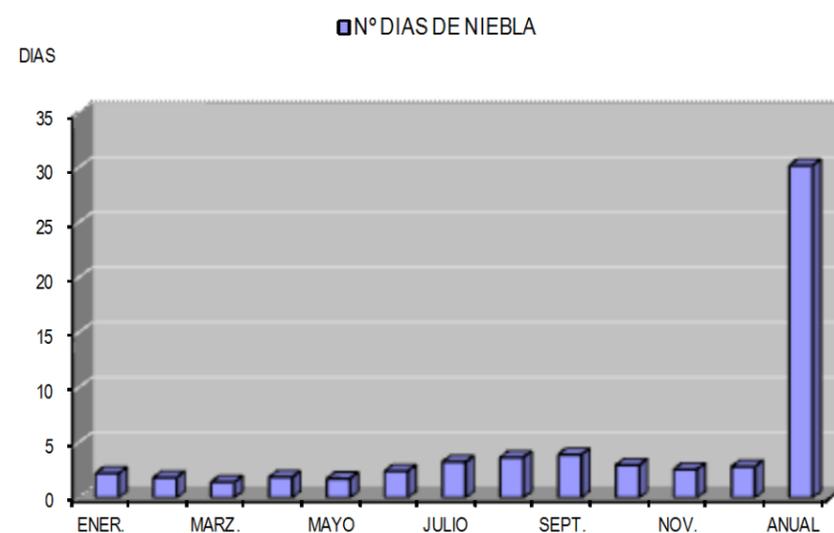


Gráfico N3: Numero de días de niebla

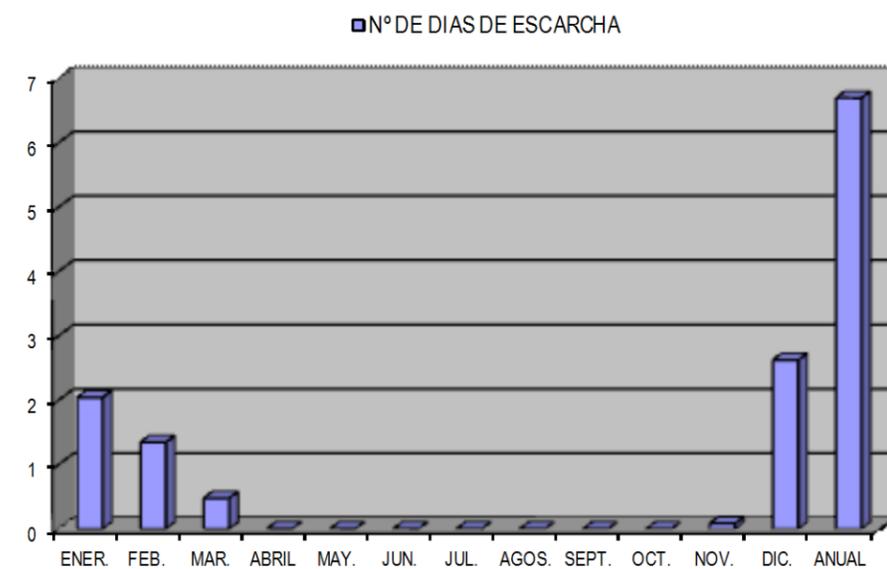
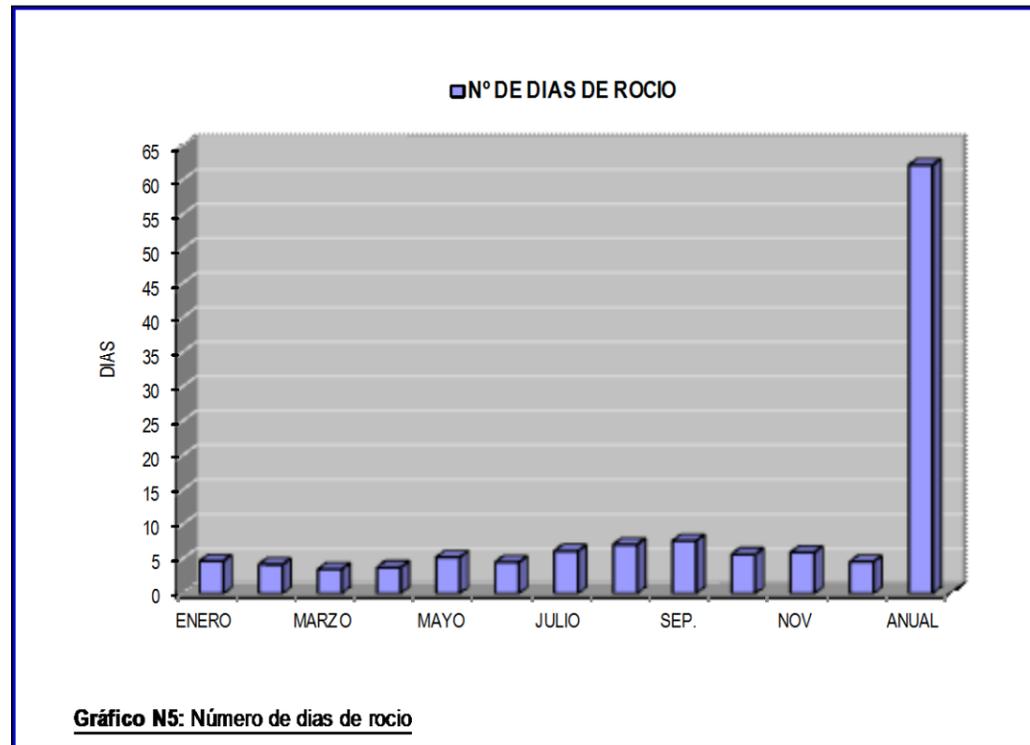


Gráfico N4: Número de días de escarcha



1.3.2. TEMPERATURAS

Para el estudio de las temperaturas se han utilizado las estaciones meteorológicas de Pontevedra “Instituto” -1484, Pontevedra “Mourente” – 1484C y Salcedo- 1485.

Se desarrollan a continuación los datos obtenidos.

1.3.2.1. TEMPERATURA MEDIA MENSUAL Y ANUAL

A partir de las estaciones meteorológicas seleccionadas se han obtenido los siguientes valores (en °C) para la temperatura media mensual y anual.

	Temperatura media (°C)					
	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO
Media	9,5	10,3	11,9	13,1	15,4	18,5
Pontevedra "Instituto" -1484	9,9	10,7	11,9	13,6	15,4	18,8
Pontevedra "Mourente" -1484C	9,7	10,4	12,3	13,0	15,8	18,6
Salcedo-1485	9,0	9,8	11,4	12,8	15,1	18,1

	Temperatura media (°C)						
	JULIO	AGOSTO	SEPT.	OCTUBRE	NOV.	DICIEMB.	ANUAL
Media	20,3	20,3	18,6	15,7	12,1	10,0	14,6
Pontevedra "Instituto" -1484	20,6	20,6	19,0	16,3	12,7	10,3	15,0
Pontevedra "Mourente" -1484C	20,5	20,6	18,7	15,6	12,1	10,3	14,8
Salcedo-1485	19,9	19,9	18,2	15,1	11,6	9,4	14,1

En el gráfico T1, que se adjunta al final del Apartado 1.3.2.6, se incluye la representación gráfica de los valores obtenidos. Tal y como puede verse, la temperatura media anual en la zona de estudio es de 14,6 °C.

La temperatura media máxima se produce en los meses de Julio y Agosto, con 20,3 °C y la temperatura media mínima se produce en el mes de Enero con 9,5 °C.

1.3.2.2. TEMPERATURA MEDIA DE LAS MÍNIMAS

A partir de las estaciones meteorológicas seleccionadas se han obtenido los siguientes valores (en °C) para la temperatura media de las mínimas.

	Temperatura media de las mínimas (°C)					
	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO
Media	5,6	6,1	7,1	8,1	10,5	13,1
Pontevedra "Instituto" -1484	6,2	6,9	7,6	8,9	11,1	14,0
Pontevedra "Mourente" -1484 C	6,3	6,5	7,9	8,4	10,9	13,4
Salcedo - 1485	4,1	4,7	5,8	7,2	9,6	12,0

	Temperatura media de las mínimas (°C)						
	JULIO	AGOSTO	SEPT.	OCTUBRE	NOV.	DICIEMBRE	ANUAL
Media	14,8	14,7	13,4	11,0	7,9	6,3	9,9
Pontevedra "Instituto" -1484	15,8	15,5	14,3	11,6	8,4	6,9	10,6
Pontevedra "Mourente" -1484 C	14,9	15,2	13,8	11,7	8,7	7,2	10,4
Salcedo - 1485	13,6	13,4	12,1	9,7	6,6	4,9	8,6

En el gráfico T2, que se adjunta al final del apartado 1.3.2.6. se incluye la representación gráfica de los valores obtenidos.

Tal y como puede verse la temperatura media mínima anual es de 9,9°C.

La temperatura media mínima mensual más baja se produce en el mes de Enero con 5,6°C y la máxima en el mes de Julio con 14,8°C.

1.3.2.3. TEMPERATURA MEDIA DE LAS MÁXIMAS

A partir de las estaciones meteorológicas seleccionadas se han obtenido los siguientes valores (en °C) para la temperatura media de las máximas.

	Temperatura media de las máximas (°C)					
	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO
Media	13,5	14,6	16,7	18,1	20,3	23,9
Pontevedra "Instituto" -1484	13,6	14,4	16,2	18,3	19,8	23,7
Pontevedra "Mourente" -1484C	13,0	14,3	16,9	17,6	20,6	23,8
Salcedo - 1485	13,8	15,0	17,0	18,3	20,5	24,1

	Temperatura media de las máximas (°C)						
	JULIO	AGOSTO	SEPT.	OCTUBRE	NOVIEMB.	DICIEMBRE	ANUAL
Media	25,9	25,9	23,9	20,3	16,2	13,7	19,4
Pontevedra "Instituto" -1484	25,6	25,6	23,9	20,5	16,6	13,8	19,3
Pontevedra "Mourente" -1484C	25,9	25,9	23,6	19,6	15,5	13,4	19,2
Salcedo - 1485	26,3	26,4	24,2	20,7	16,6	14,0	19,7

En el gráfico T3, que se adjunta al final del Apartado 1.3.2.6, se incluye la representación gráfica de los valores obtenidos. La temperatura media máxima anual es de 19,4 °C. La temperatura media máxima mensual más baja se produce en el mes de Enero, con 13,5 °C y la más alta en los meses de Julio y Agosto, con 25,9 °C.

1.3.2.4. TEMPERATURA MÁXIMA ABSOLUTA

A partir de las estaciones meteorológicas seleccionadas se han obtenido los siguientes valores (en °C) para la temperatura máxima absoluta.

	Temperatura máxima absoluta (°C)					
	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO
Media	18,0	19,4	23,4	25,5	28,9	32,4
Pontevedra "Instituto"-1984	18,3	19,5	23,1	25,5	28,6	32,6
Pontevedra "Mourente"-1984C	17,4	19,1	23,6	25,3	29,0	32,0
Salcedo - 1985	18,3	19,7	23,5	25,6	28,9	32,6

	Temperatura máxima absoluta (°C)						
	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE	ANUAL
Media	33,9	33,1	31,3	26,5	21,8	18,1	35,4
Pontevedra "Instituto"-1984	33,3	32,7	31,2	26,8	22,2	18,2	35,1
Pontevedra "Mourente"-1984C	34,3	33,3	31,3	25,9	21,0	17,7	35,6
Salcedo - 1985	34,2	33,3	31,4	26,7	22,3	18,5	35,6

En el gráfico T4, que se adjunta al final del apartado 1.3.2.6, se incluye la representación gráfica de los valores obtenidos. La temperatura máxima absoluta más baja se produce en el mes de Enero con 18,0 °C y la más alta en el mes de Julio con 33,9 °C.

1.3.2.5. TEMPERATURA MÍNIMA ABSOLUTA

A partir de las estaciones meteorológicas se han obtenido los siguientes valores (en °C) para la temperatura mínima absoluta.

	Temperatura mínima absoluta (°C)					
	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO
Media	-0,1	0,7	1,7	3,1	5,5	8,5
Pontevedra "Instituto" -1484	0,3	1,3	2,3	4,3	5,6	9,2
Pontevedra "Mourente" -1484C	1,0	1,6	2,4	3,2	6,2	8,9
Salcedo - 1485	-1,6	-0,8	0,4	1,8	4,5	7,4

	Temperatura mínima absoluta (°C)						
	JULIO	AGOSTO	SEPT.	OCTUBRE	NOV.	DICIEMBRE	ANUAL
Media	10,7	10,8	8,7	5,7	2,1	0,5	-1,3
Pontevedra "Instituto" -1484	11,8	11,7	9,2	6,2	2,5	0,9	-0,4
Pontevedra "Mourente" -1484C	11,0	11,5	9,5	7,1	3,2	1,9	-0,4
Salcedo - 1485	9,4	9,3	7,4	3,8	0,4	-1,3	-3,0

En el gráfico T5, que se adjunta al final del apartado 1.3.2.6, se incluye la representación gráfica de los valores obtenidos. La temperatura mínima absoluta más baja se produce en el mes de Enero con -0,1°C y la más alta en el mes de Agosto con 10,8°C.

1.3.2.6. OSCILACIÓN DE LAS TEMPERATURAS

Para ver la oscilación de temperaturas mensual y anual, se ha partido de las temperaturas máximas y mínimas absolutas. Los resultados obtenidos se adjuntan en la siguiente tabla:

	Oscilación de temperaturas (°C)					
	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO
Media	18,1	18,7	21,7	22,4	23,4	23,9
Pontevedra "Instituto" -1484	18,0	18,2	20,9	21,2	23,0	23,4
Pontevedra "Mourente"-1484 C	16,5	17,5	21,2	22,1	22,8	23,1
Salcedo -1485	19,9	20,5	23,1	23,8	24,4	25,2

	Oscilación de temperaturas (°C)						
	JULIO	AGOSTO	SEPT.	OCTUBRE	NOVIEMB.	DICIEMBRE	ANUAL
Media	23,2	22,3	22,6	20,8	19,8	17,6	36,7
Pontevedra "Instituto" -1484	21,5	21,0	22,0	20,6	19,7	17,4	35,5
Pontevedra "Mourente"-1484 C	23,3	21,8	21,8	18,8	17,7	15,8	36,0
Salcedo -1485	24,7	24,0	24,0	22,9	22,0	19,8	38,5

En el gráfico T6, que se adjunta al final de este apartado, puede verse la representación gráfica de los valores obtenidos.

Mensualmente la mayor oscilación de temperaturas se produce en los meses de Mayo, Junio, Julio, Agosto y Septiembre, con valores entre los 23,9 y 22,6 °C.

La menor oscilación de temperaturas se produce en los meses de Diciembre y Enero con 17,6 y 18,1 °C respectivamente.

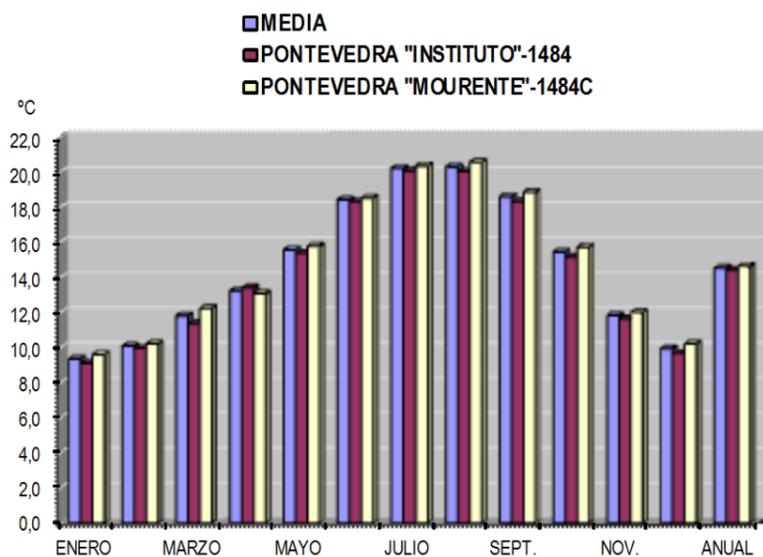


Gráfico T1: Temperatura Media Mensual y Anual (°C)

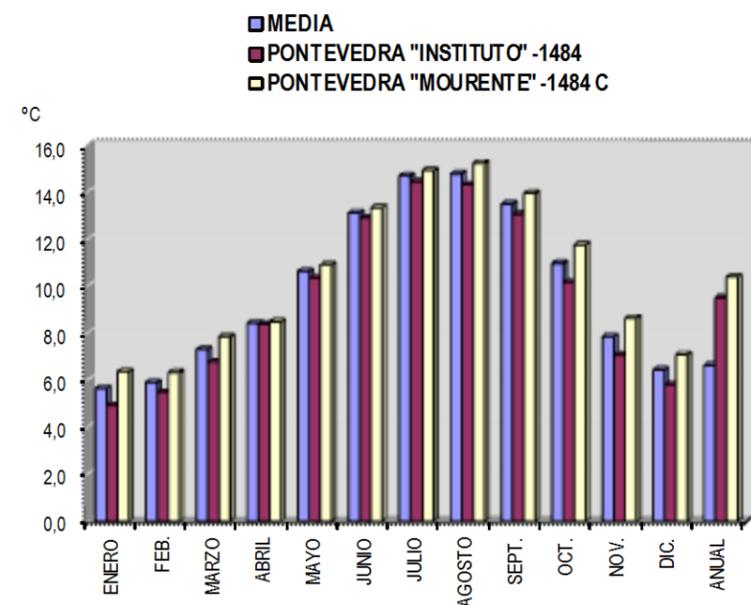


Gráfico T2: Temperatura Media de las Mínimas (°C)

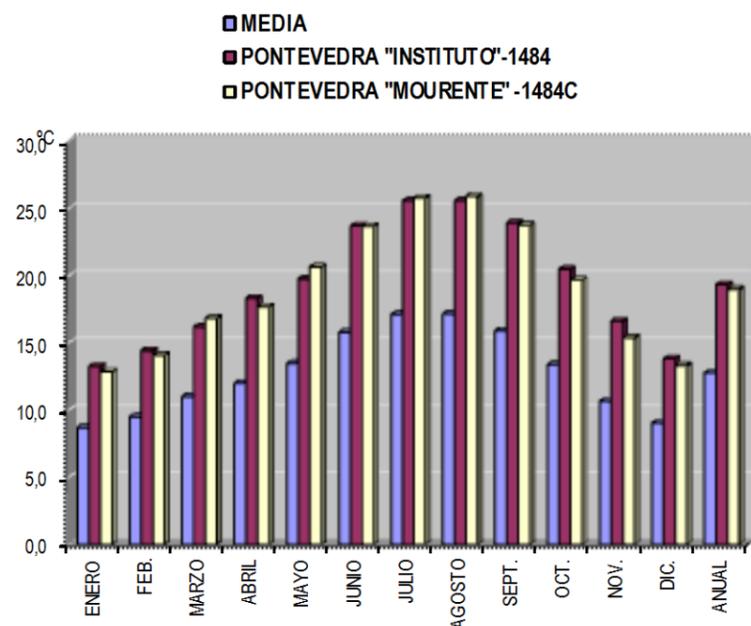


Gráfico T3: Temperatura media mensual y anual (°C)

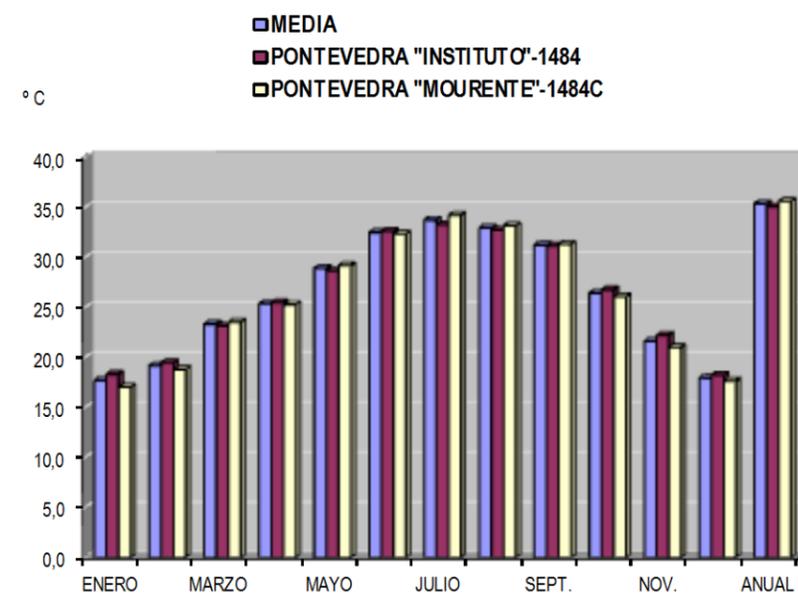
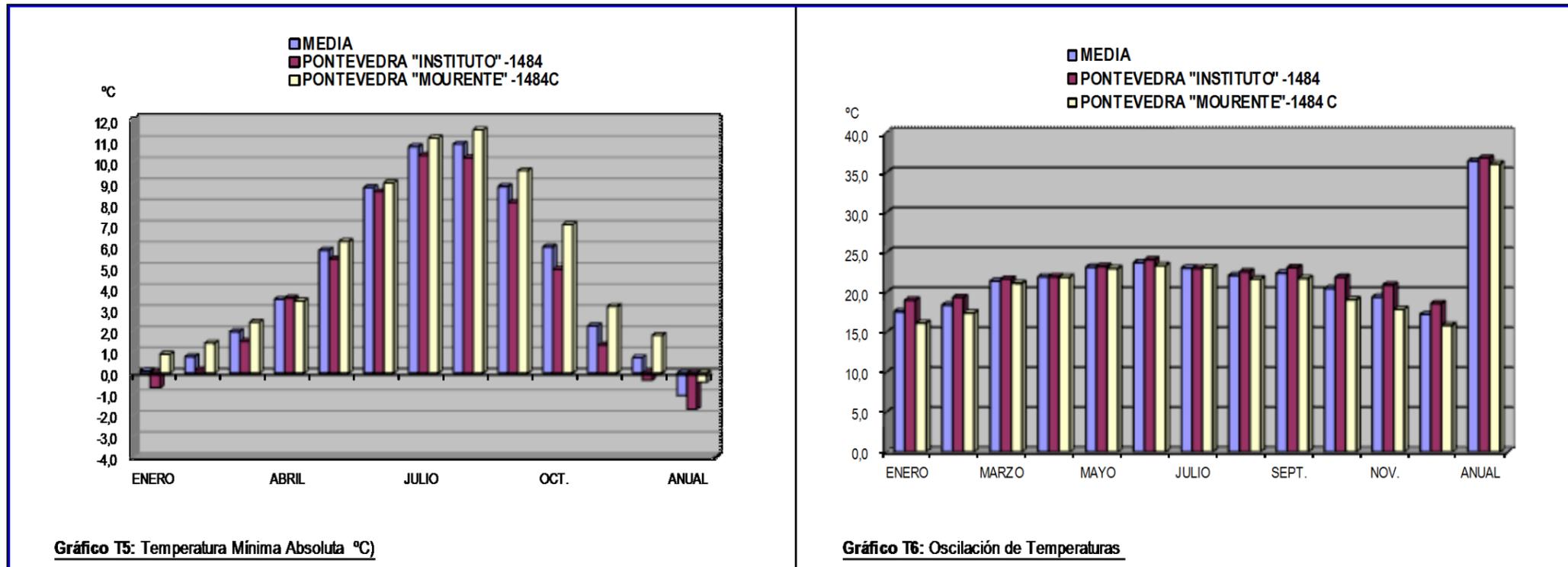


Gráfico T4: Temperatura máxima absoluta (°C)



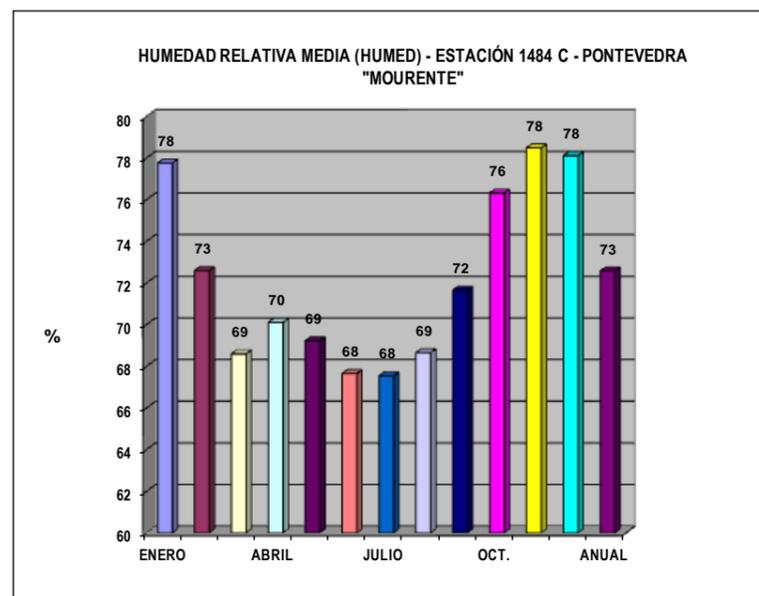
1.3.3. OTROS DATOS DE INTERES

1.3.3.1. HUMEDAD MEDIA RELATIVA

En el gráfico que se adjunta a continuación pueden verse los valores de humedad media relativa (%), obtenidos a partir de las mediciones realizadas en la estación de Pontevedra "Mourente" - 1484

HUMEDAD MEDIA RELATIVA (%)							
	ENERO	FEB.	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO
MED.	78	73	69	70	69	68	68

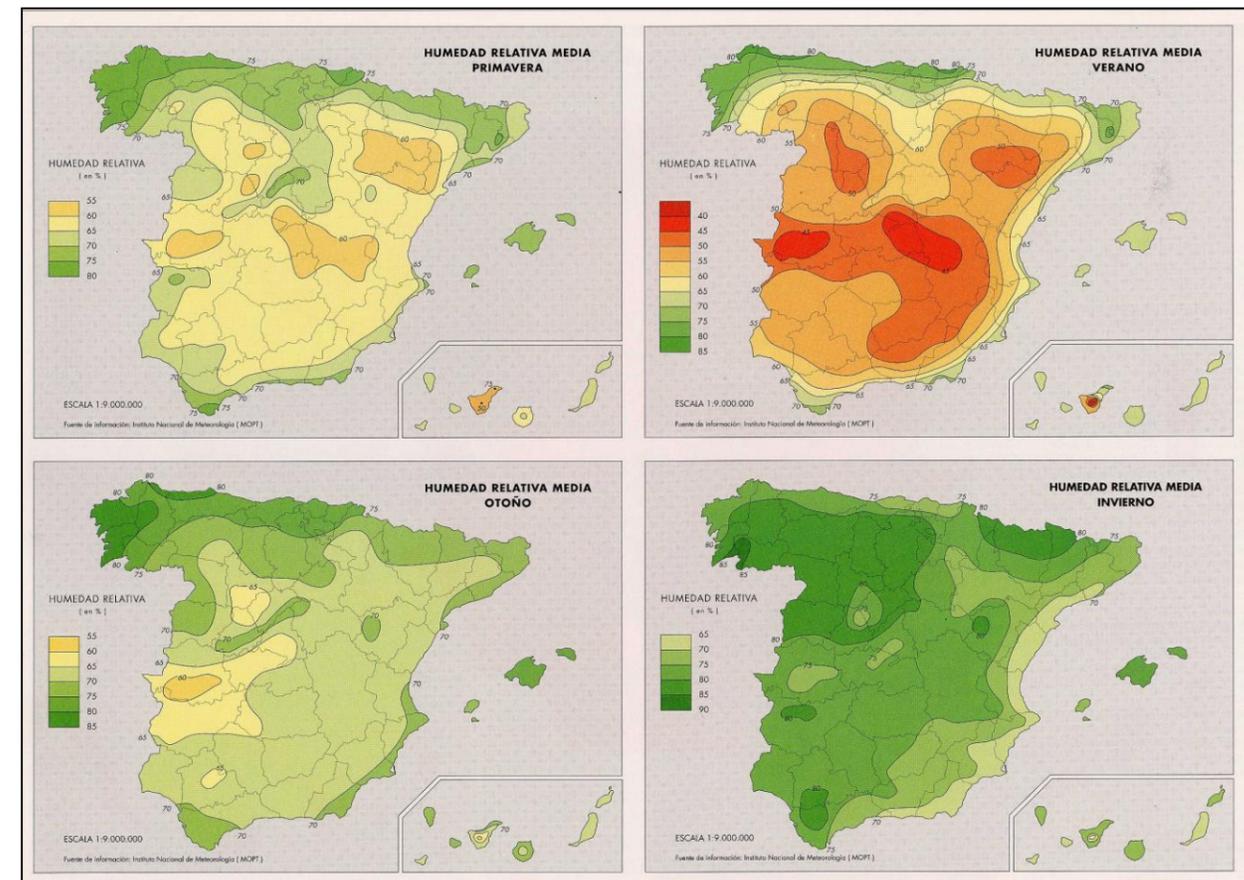
HUMEDAD MEDIA RELATIVA (%)						
	AGOST.	SEPT.	OCT.	NOV.	DIC.	ANUAL
MED.	69	72	76	78	78	73



Tal y como puede verse el mayor valor de humedad media relativa media se produce en el mes de Noviembre, con un 78 % seguidos del mes de Diciembre con un 78 %.

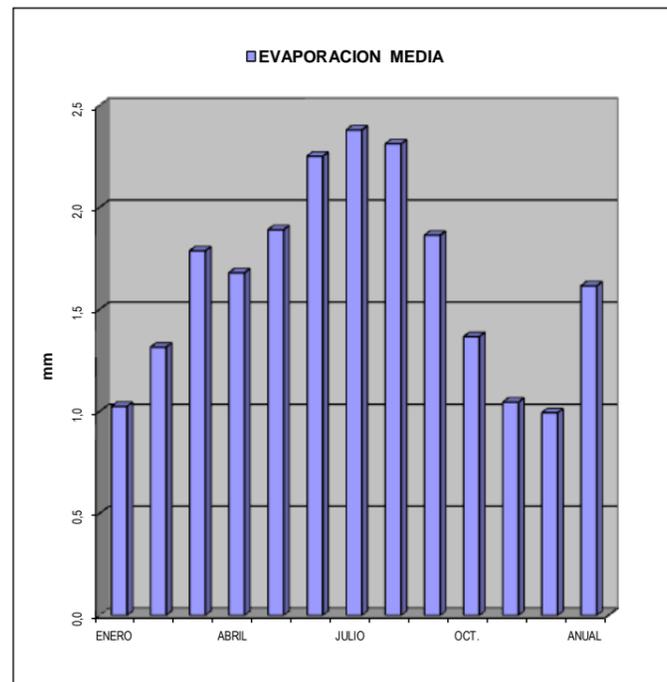
El valor menor de la humedad media se produce en los meses de Junio y Julio con un 67 %.

La humedad relativa media anual es del 72 %. Se adjuntan a continuación gráficos correspondientes a estas variables.



1.3.3.2. EVAPORACIÓN MEDIA DIARIA

En el gráfico que se adjunta a continuación pueden verse los valores de la evaporación media diaria (mm), obtenidos a partir de las mediciones realizadas en la Estación de Pontevedra "Mourente"-1484C.



EVAPORACIÓN MEDIA (EVAPOTRANSPIRACIÓN)							
	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO
Media (mm)	1,0	1,3	1,8	1,7	1,9	2,3	2,4

EVAPORACIÓN MEDIA (EVAPOTRANSPIRACIÓN)						
	AGOSTO	SEPT.	OCTUB.	NOV.	DIC.	ANUAL
Media (mm)	2,3	1,9	1,4	1,0	1,0	1,6

El máximo valor de la evaporación media diaria se produce en el mes de Julio con 2,4mm. El valor menor de la evaporación media diaria se produce en el mes de Diciembre con 1,0 mm.

La evaporación media diaria anual es de 1,6 mm.

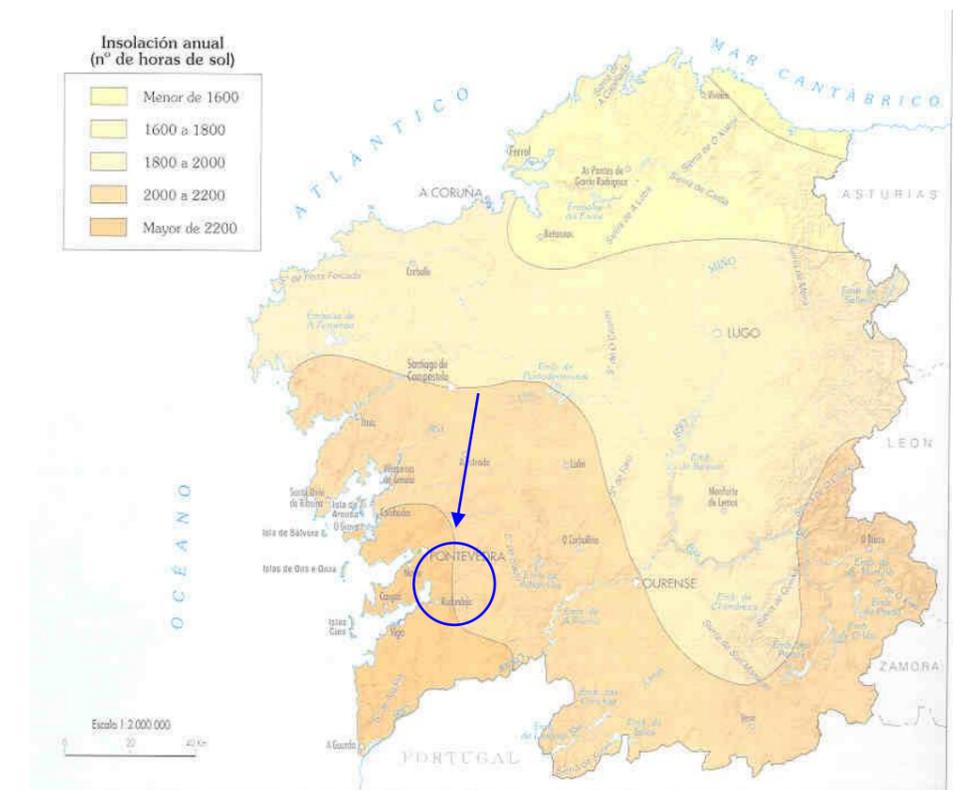
1.3.3.3. NÚMERO MEDIO ANUAL DE DÍAS DE SOL

El primer parámetro que reviste interés para la caracterización de las temperaturas de superficie es la insolación, puesto que constituye un indicador sencillo de la tasa teórica de la radiación solar recibida.

Así se define la insolación como la radiación solar directa que incide por unidad de superficie en un periodo de tiempo. Se obtiene como un porcentaje de las horas de sol totales teóricas, en función del mes y del paralelo en el que se encuentra la estación meteorológica.

Para la realización de este apartado se han tomado los datos de la publicación "Atlas de Galicia. Medio Natural" de la Xunta de Galicia.

En lugar de tomar como unidad los días se ha tomado como unidad las horas.



Tal y como puede verse en la imagen adjunta, el número de horas de sol medio anual, es decir la insolación anual es de más de 2.200 horas.

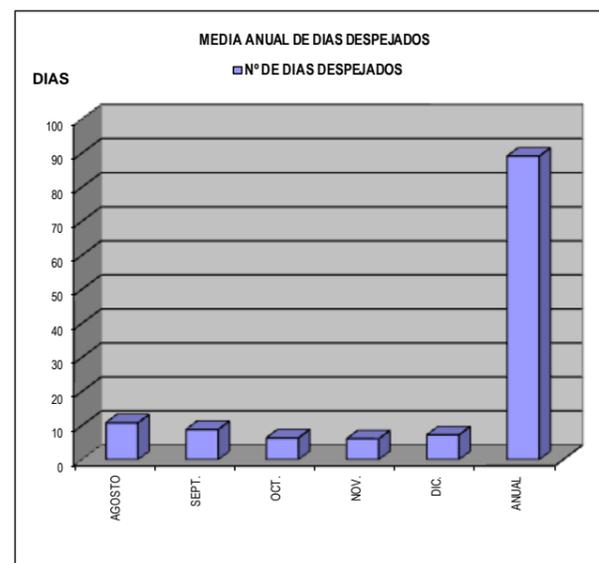
1.3.3.4. NÚMERO MEDIO ANUAL DE DÍAS DESPEJADOS

NÚMERO DE DIAS DESPEJADOS											
ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPT.	OCT.	NOV.	DIC.
6	6	7	6	5	9	12	11	9	6	6	7

En el gráfico que se adjunta a continuación puede verse la evolución del número medio anual de días despejados, obtenidos a partir de las mediciones realizadas en la estación de Pontevedra "Mourente"-1484C.

El número medio anual de días despejados es de 92 días.

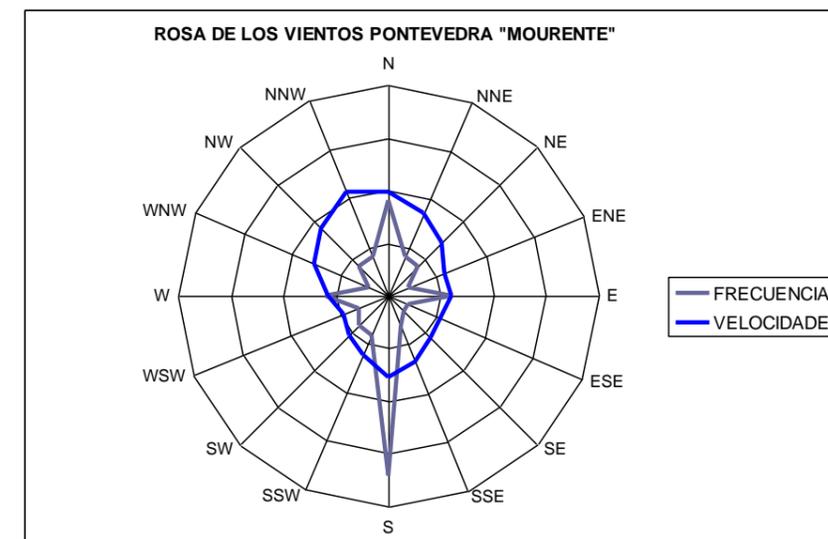
El número medio de días despejados oscilado en la zona de estudio, entre la mínima de 5 días despejados en el mes de Mayo y 13 días de máximo en el mes de Julio.



1.3.3.5. NÚMERO DE DÍAS CON HELADAS

Papadakis considera tres tipos de estaciones o periodos libres de heladas, que denomina mínima, disponible y media, y que se corresponden con el periodo en el que la temperatura media de las mínimas absolutas sobrepasa los umbrales de 7 y 2°C respectivamente.

Mes Dirección	ENERO		FEBR.		MARZO		ABRIL		MAYO		JUNIO		JULIO		AGOSTO		SEPT.		OCTUB.		NOV.		DIC.		AÑO		
	%	V	%	V	%	V	%	V	%	V	%	V	%	V	%	V	%	V	%	V	%	V	%	V	%	V	
N	6	8	7	10	7	11	9	12	10	11	13	11	13	10	13	10	8	9	8	8	7	9	6	6	9	10	
NNE	2	8	4	8	4	10	4	10	3	9	4	9	4	10	4	9	4	10	3	7	5	8	4	7	4	9	
NE	4	6	4	10	4	8	4	8	3	8	3	8	3	6	2	7	4	7	4	6	5	6	4	6	4	7	
ENE	3	6	3	6	2	7	3	5	2	5	2	5	1	5	2	5	3	6	3	6	3	5	4	6	2	6	
E	8	6	7	7	6	6	5	6	4	6	3	5	3	5	4	5	6	6	7	6	9	6	9	6	6	6	
ESE	3	6	3	6	2	6	1	5	1	5	1	5	1	4	1	5	2	6	3	5	3	6	2	5	2	5	
SE	4	6	3	6	2	6	1	5	1	6	1	4	1	5	1	4	2	4	3	5	5	6	6	7	2	6	
SSE	6	7	5	7	3	8	3	8	2	6	1	6	1	5	1	5	2	5	4	7	4	6	6	8	3	7	
S	24	9	19	8	19	8	17	8	16	7	9	6	11	5	11	5	15	6	19	9	19	9	20	9	17	8	
SSW	3	8	3	5	4	6	4	5	4	5	5	4	5	6	3	4	5	5	3	9	2	9	4	11	4	6	
SW	3	6	3	7	4	4	5	5	5	5	7	5	5	5	4	4	5	4	5	2	7	2	7	2	7	4	5
WSW	1	4	2	5	3	4	4	5	6	5	4	5	5	5	3	5	3	4	2	4	1	5	1	5	3	5	
W	3	6	4	7	7	7	7	6	8	5	9	5	7	6	8	5	7	5	4	5	2	5	2	6	6	6	
WNW	1	7	2	7	3	7	3	9	3	7	3	8	3	8	3	10	3	7	1	6	1	6	2	7	2	8	
NW	3	7	4	8	5	10	5	11	5	10	7	10	6	10	5	10	3	8	3	7	3	7	2	8	4	9	
NNW	2	8	3	9	3	11	5	12	5	12	6	12	7	11	6	12	3	9	2	9	3	7	2	8	4	11	



La rosa de los vientos media de la estación de Pontevedra "Mourente"-1484 C (Periodo 1985/2008), muestra claramente dos componentes principales, la sur y la norte, pues juntas acaparan el 26% de la dirección del viento. Si añadimos las direcciones E y W se alcanza el 38%.

En términos generales se puede decir que se Septiembre a Mayo predomina la componente Sur del viento, en tanto que durante el resto del año es la componente N la dominante.

En cuanto a la velocidad media anual, el valor más alto se corresponde a los meses de Abril, Mayo, Junio y Agosto, con velocidades del orden de los 12 km/h.

1.4. CLASIFICACIÓN E ÍNDICES CLIMÁTICOS

Se puede definir el clima como la sucesión de los diferentes tipos de tiempo que se producen en un lugar determinado de la tierra.

Las clasificaciones pueden basarse en distintas combinaciones de los diversos elementos y factores climáticos, por ello no existe una clasificación única para satisfacer los distintos fines. En este apartado se indican una serie de clasificaciones, que son las más habitualmente utilizadas para la caracterización climática de una zona.

Para la realización de las clasificaciones climáticas, se utilizan los valores medios obtenidos a partir de las estaciones meteorológicas estudiadas.

1.4.1. INDICE DE ARIDEZ DE MARTONNE

El índice de aridez propuesto por el geólogo francés Martonne se calcula mediante la siguiente fórmula:

$$I_a = \frac{P}{Tm + 10}$$

- I_a = Índice de Martonne
- P: Precipitación media anual en mm Para la zona de estudio(1.648mm):
- Tm= precipitación media anual en °C (14,5 °C):

$$I_a = \frac{1.648}{14,5 + 10} = 67,26$$

Según la clasificación de Martonne la zona se encasilla en "PER-HÚMEDO" de acuerdo con la siguiente tabla:

VALOR DEL INDICE DE ARIDEZ	TIPO DE CLIMA
0-5	ARIDO EXTREMO (DESIERTO)
5-15	ARIDO (ESTEPERIO)
15-20	SEMIARIDO (MEDITERRANEO)
20-30	SUB-HUMEDO
30-60	HUMEDO
>60	PER-HUMEDO

1.4.2. DANTIN, CERECEDA Y REVENGA

Los geógrafos españoles J. Dantin, Cereceda y A. Revenga propusieron el que ellos llaman "índice termo pluviométrico" cuyo valor es:

$$ITP=100. (Tm/P)$$

Siendo:

- ITP =Índice termo-pluviométrico
- Tm: Temperatura media anual en °C (14,5 °C)
- P: Precipitación media anual en mm para la zona de estudio(1.648 mm)
- $ITP=100. (14,5 /1.648) = 0,88$

Según el valor del índice de Dantin, Cereceda y Revenga la zona se encasilla dentro del tipo de clima "HÚMEDO".

VALOR DEL INDICE	TIPO DE CLIMA
0-2	HUMEDO
2-3	SEMIARIDO
3-6	ARIDO
>6	SUB-DESERTICO

1.4.3. INDICE DE PLUVIOSIDAD DE LANG

Lang (1915) estableció un índice climático general, denominado Regen-Faktor, que se obtiene a partir de la siguiente expresión:

$$P_F = \frac{P}{Tm}$$

Siendo:

- Pp: Índice de longitud media
- Tm: Temperatura media anual en °C
- P: precipitación media anual (mm)

Luego:
$$P_f = \frac{P}{T_m} = \frac{1.648}{14,5} = 113,65$$

VALOR DEL INDICE DE ARIDEZ	TIPO DE CLIMA
> 160	ZONA HIPERHÚMEDA DE PRADOS Y TUNDRAS
160-100	ZONA HUMEDA DE BOSQUES DENSOS
100-60	ZONA HUMEDA DE BOSQUES RALOS
60-40	ZONA HUMEDA DE ESTEPA Y SABANA
40-20	ZONA ÁRIDA
20-0	DESIERTOS

Según el índice de pluviosidad de Lang nos encontramos en una zona “HÚMEDA DE BOSQUES DENSOS”.

1.4.4. CLASIFICACIÓN SEGÚN PRECIPITACIONES DE BLAIR

Esta clasificación distingue entre los siguientes tipos de climas:

mm ANUALES	TIPO DE CLIMA
0-250	CLIMAS ÁRIDOS
250-350	CLIMAS SEMI-ÁRIDOS
350-1000	CLIMAS SUB-HÚMEDOS
1000-2000	CLIMAS HÚMEDOS
>2000	CLIMAS HIPERHÚMEDOS

Puesto que la precipitación media anual es de 1.648mm, se trata en este caso de un “CLIMA HUMEDO”.

1.4.5. CLASIFICACIÓN CLIMÁTICA DE KÖPPEN

A comienzos del siglo XX el climatólogo y botánico alemán Wladimir Köppen presento una clasificación de las distintas zonas climáticas del mundo basándose en los diversos tipos de vegetación que ahí se encuentran.

Su clasificación de tipo empírico, se basa en precipitaciones y temperaturas, y caracteriza cada región por la vegetación natural resultante.

Clasifica los grupos climáticos de acuerdo con sus efectos sobre la vegetación.

En esta clasificación de climas juega un papel importante el índice K, definido de la siguiente manera.

- Si el régimen pluviométrico es uniforme: $K= 2T+14$
- Si se presenta un máximo en verano: $K= 2T+18$
- Si se presenta un máximo en invierno: $K= 2T(T: \text{es la temperatura media anual en } ^\circ\text{C})$

Comprende 5 tipos fundamentales designados por las letras A, B, C, D y E, cuyos límites están definidos de la siguiente forma:

- TIPO A (Tropical lluvioso): la temperatura media normal del mes más frío es superior a 18°C , la precipitación anual normal en milímetros es mayor de 750 mm.
- TIPO B (Seco): sin referencia a la temperatura, la precipitación anual normal en centímetros es menor que K.
- TIPO C (Templado Lluvioso): la temperatura media normal del mes más frío es superior a -3°C e inferior a 18°C . La precipitación anual normal en centímetros es mayor que K.
- TIPO D (Frío): La temperatura media normal del mes más frío es inferior a -3°C ; la del mes más cálido superior a 10°C .
- TIPO E (Polar): La temperatura media normal del mes más frío es inferior a -3°C ; la del mes más cálido inferior a 10°C . La precipitación anual normal es mayor que K.

En este caso: $K = 2 \times 14,5 = 290 < 164,8 \text{ cm}$.

Según la clasificación climática de Köppen, a la zona del proyecto le corresponde un clima TIPO C (Templado Lluvioso), con precipitación anual media de 1.648 mm, una temperatura media anual de $14,5^\circ\text{C}$ y una temperatura media del mes más frío de $5,7^\circ\text{C}$ (Correspondiente al mes de Enero).

Estos tipos se dividen en sub-tipos, según el régimen pluviométrico o de temperatura. Los principales sub-tipos y sus respectivos símbolos son los siguientes:

SIMBOLOS SUBTIPOS	TIPO DE CLIMA
Af	SELVA TROPICAL - LLUVIOSO TODO EL AÑO
Aw	SABANA - LLUVISO EN VERANO
Bs	DESIERTO -PRECIPITACION ANUAL > K/2
Bw	DESIERTO -PRECIPITACION ANUAL < K/2
Cf	MESOTERMAL (TEMPLADO) HÚMEDO - LLUVIOSO TODO EL AÑO
Cw	MESOTERMAL (TEMPLADO) HÚMEDO - LLUVIOSO EN VERANO
Cs	MESOTERMAL (TEMPLADO, HUMEDO, CON VERANO SECO) MEDITERRANEO - LLUVIOSO EN INVIERNO
Df	MICROTERMAL (FRÍO) HÚMEDO - LLUVIOSO TODO EL AÑO
Dw	MICROTERMAL (FRÍO, CON INVIERNO SECO) - LLUVIOSO EN VERANO
Et	TUNDRA -TEMPERATURA DEL MES MAS CÁLIDO > 0º C
Ef	HELADO -TEMPERATURA DEL MES MAS CÁLIDO <0º C

El clima de la región por donde discurre el trazado de la carretera (en donde la precipitación media anual es de 1.648 mm , la temperatura media anual de 14,5 °C) pertenece al grupo Cf, es decir, al MESO - TERMAL (templado – húmedo : con verano seco) MEDITERRANEO (lluvioso en invierno).

1.4.6. CLASIFICACIÓN AGROCLIMÁTICA DE PAPADAKIS

Con el objeto de identificar los rasgos climáticos más representativos de la zona de estudio, se ha seleccionado la clasificación de Papadakis, que caracteriza el clima desde el punto de vista de la ecología de los cultivos, es decir, desde el punto de vista agro-ecológico.

Se consideran como características más representativas: el frío invernal, el calor estival, la aridez y su distribución a lo largo del año, analizándose las variables tanto pluviométricas como termométricas descritas anteriormente.

Según esta clasificación, el clima de la zona de estudio ha resultado ser:

- Tipo invierno: Citrus
- Tipo de verano: Arroz

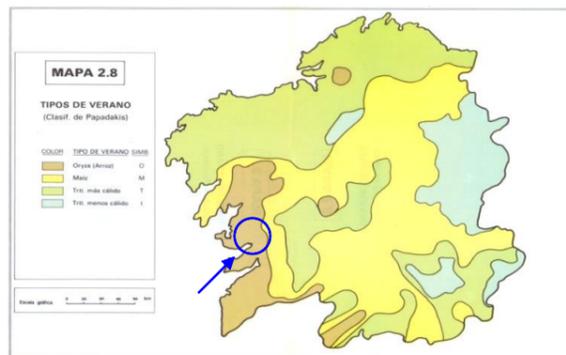
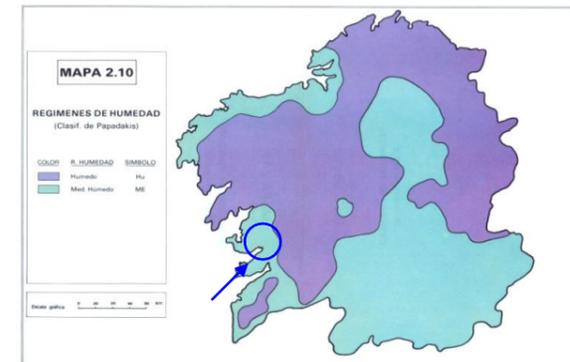
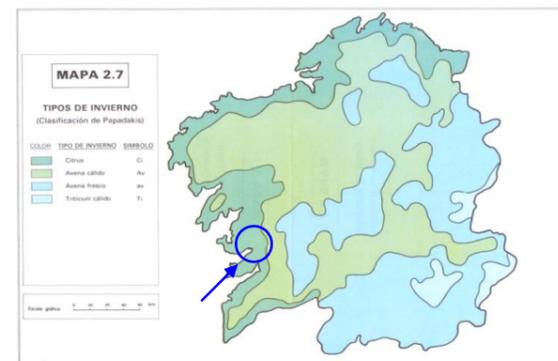
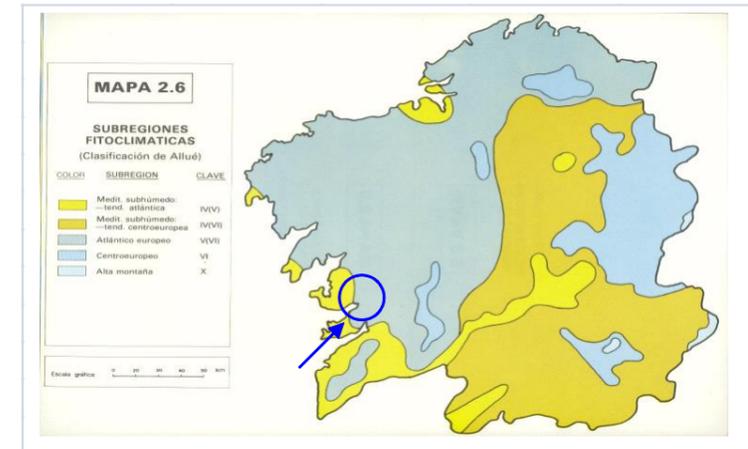
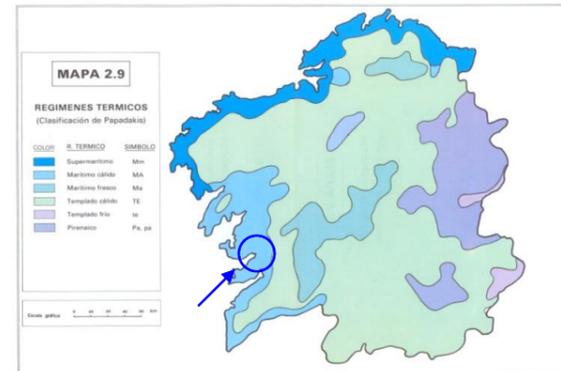
Por lo que respecta al régimen de humedad, los índices de humedad, mensuales y anuales, la lluvia de lavado, la distribución estacional de pluviometría, etc., la definen como Mediterráneo Húmedo.

Por lo que respecta a la vegetación natural, tanto el diagrama climático de Walter y Lieth, como el gráfico de formaciones fisiognómicas, definen una vegetación típica de la gran formación AESTILIGNOSA (Típica vegetación de “robledales y hayedos”, con inclusión, por invasión

secundaria, de “pinars”, clase Querceto-Fagetea, orden Quercetalia roboris, bosques caducifolios ácidos.

Sus suelos casi siempre tienden hacia el podsol y albergan especies acidófilas. Son características del orden Deschampsia flexuosa, Lonicera peryclimenam, Verónica officinalis, y en sentido amplio el “helecho común” (Pteridium aquilinum) y el “abedul” (Betula verrucosa), así como el “castaño” (Castanea Sativa)

Otras especies que se pueden citar son Quercus pedunculata, Hipericum pulchrum (lugares mas ácidos y con características oceánicas), Quevar pirenaica, Galium broterianum, Ajuga occidentales, Genista fulcata, Prunus lusitánica, etc.



1.4.8. DIAGRAMAS OMBOEDRICOS DE WALTER GAUSEN

Los climogramas son gráficos que dan idea del conjunto del clima del lugar. Su objetivo principal es facilitar una clasificación de climas agrupándolos dentro de ciertos tipos, así como comparar climas de localidades distintas, poniendo en evidencia rápidamente las diferencias y similitudes climáticas.

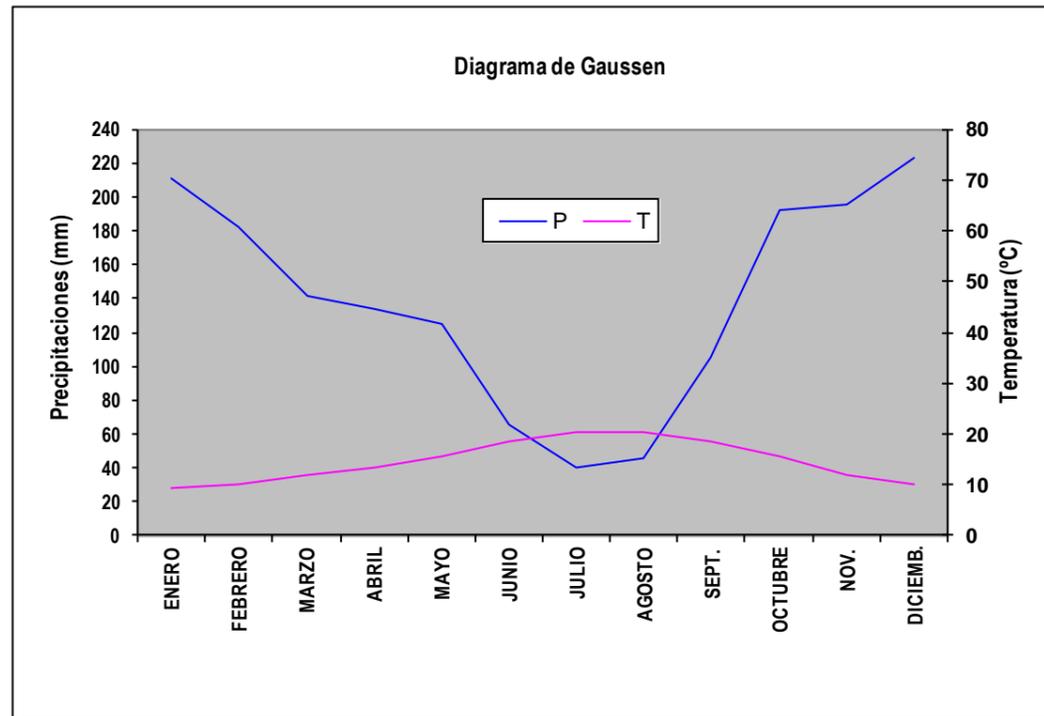
Se considera que:

- Un mes es húmedo cuando la precipitación en mm es superior a 3 veces la temperatura media en grados centígrados.
- Un mes es semi-húmedo cuando la precipitación en mm es superior a 2 veces la temperatura media y inferior a 3 veces la temperatura media.
- Un mes es árido cuando la precipitación en mm es inferior a 2 veces la temperatura media en grados centígrados.

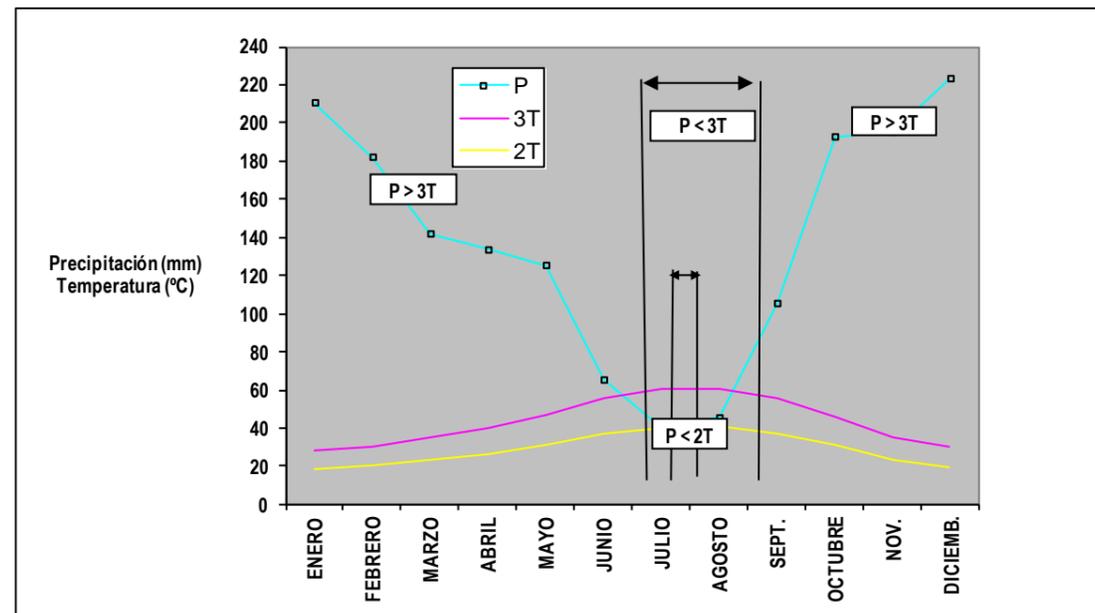
Se adjunta a continuación diagrama de Gausson:

1.4.7. CLASIFICACIÓN CLIMÁTICA DE ALLUÉ

Tal y como puede verse en el siguiente mapa de sub-regiones fito-climáticas, la zona de estudio presenta características de la sub-región Atlántico, con tendencia europea.



A continuación se indican las diferentes zonas en función de las relaciones entre precipitaciones y la temperatura.



	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPT.	OCTUBRE	NOV.	DICIEMB.
P	211	182	142	133	125	65	40	45	105	193	195	223
T	9,3672	10,0989	11,8192	13,2618	15,5880	18,4290	20,2283	20,3162	18,6089	15,4591	11,8466	9,9615
3T	28,1016	30,2967	35,4575	39,7855	46,7640	55,2871	60,6849	60,9487	55,8268	46,3772	35,5398	29,8844
2T	18,7344	20,1978	23,6384	26,5237	31,1760	36,8581	40,4566	40,6325	37,2179	30,9182	23,6932	19,9229
	HÚMEDO	HÚMEDO	HÚMEDO	HÚMEDO	HÚMEDO	HÚMEDO	ÁRIDO	SEMIHÚMEDO	HÚMEDO	HÚMEDO	HÚMEDO	HÚMEDO

Se han señalado en el gráfico las zonas que cumplen que las precipitaciones son inferiores al DOBLE de la temperatura (MESES ÁRIDOS), coincidiendo con los meses de Julio y Agosto ($P < 2T$).

También se han señalado en el gráfico las zonas que cumplen que las precipitaciones son inferiores al triple de la temperatura y superiores al doble de la temperatura (meses semi-húmedos), coincidiendo con el mes de Junio ($P < 3T$).

El resto son meses húmedos.

1.5. DETERMINACIÓN DEL NÚMERO DE DÍAS APROVECHABLES EN LA EJECUCIÓN DE LAS OBRAS

La previsión de los días trabajables se hace de acuerdo con el método preconizado por la publicación "Datos Climáticos para Carreteras" editado por la Dirección General de Carreteras.

El procedimiento está basado en la aplicación de unos coeficientes de reducción y por las condiciones climáticas que afectan a cada clase de las obras que intervienen en la construcción de carreteras.

1.5.1. COEFICIENTES DE REDUCCIÓN

- Nm: Coeficiente de reducción por helada. Es el cociente del número de días del mes, en que la temperatura mínima es superior a 0°C, al número de días al mes.
- Tm: Coeficientes de reducción por temperatura límite de riesgos, tratamientos superficiales o penetración. Es el cociente del número de días en que la temperatura a las 9 de la mañana es igual o superior a 10 ° C, al número de días al mes.
- T'm: Coeficiente de reducción por temperatura límite de mezclas bituminosas. Es el cociente del número de días en que la temperatura a las 9 de la mañana es igual o superior a 5 °C, al número de días al mes.

- λm : Coeficiente de reducción por lluvia límite de trabajo. Es igual al cociente del número de días del mes en que la precipitación es inferior a 10 mm, al número de días al mes.
- $\lambda' m$: Coeficiente por reducción por lluvia límite de trabajo. Es el cociente del número de días en que la precipitación es inferior a 1 mm, al número de días del mes

1.5.2. FACTORES QUE AFECTAN A LAS OBRAS

Para determinar el coeficiente medio a aplicar se considera la concurrencia de los factores meteorológicos que afectan a cada tipo de obra.

TIPO DE OBRA	TIPO DE CLIMA				
	$T_{min} \leq 0^\circ c$	$P \geq 10mm$	$P \geq 1 mm$	$T_{sh} < 1 mm$	$T_{sh} < 5^\circ c$
HORMIGONES HIDRAULICOS	X	X			
EXPLANACIONES	X	X	X		
ARIDOS		X			
RIEGOS Y TRATAMIENTOS SUPERFICIALES O POR PENETRACIÓN			X	X	
MEZCLAS BITUMINOSAS			X		X

1.5.3. COEFICIENTES TOTALES

Atendiendo la probabilidad independiente de estos fenómenos, los coeficientes resultantes para cada obra son los siguientes:

- Hormigones hidráulicos $Cm = Nm \times \lambda m$
- Explanaciones $Cm = \frac{\lambda m + \lambda' m}{2} + Nm$
- Producción de áridos $Cm = \lambda m$
- Riegos y tratamientos superficiales o por penetración $Cm = Tm \times \lambda' m$
- Mezclas bituminosas $Cm = T' m + \lambda' m$

1.5.4. DÍAS TRABAJABLES

Para determinar los días trabajables netos es necesario hacer la deducción correspondiente a los días no laborables de acuerdo con el calendario laboral vigente en la zona de las obras (El calendario laboral de la construcción de la Provincia de Pontevedra para el año 2009 fue publicado el Jueves 4 de Diciembre del 2008 en el B.O.P de Pontevedra)

La probabilidad compuesta de que un día del mes presente a la vez climatología favorable (Cm) y que sea laborable (Cf) será:

$$Ct = Cm * Cf$$

Se ha hecho aplicación del proceso descrito utilizando los valores climáticos recogidos en la citada publicación. Los resultados se han resumido en el cuadro y gráfico adjunto de días trabajables

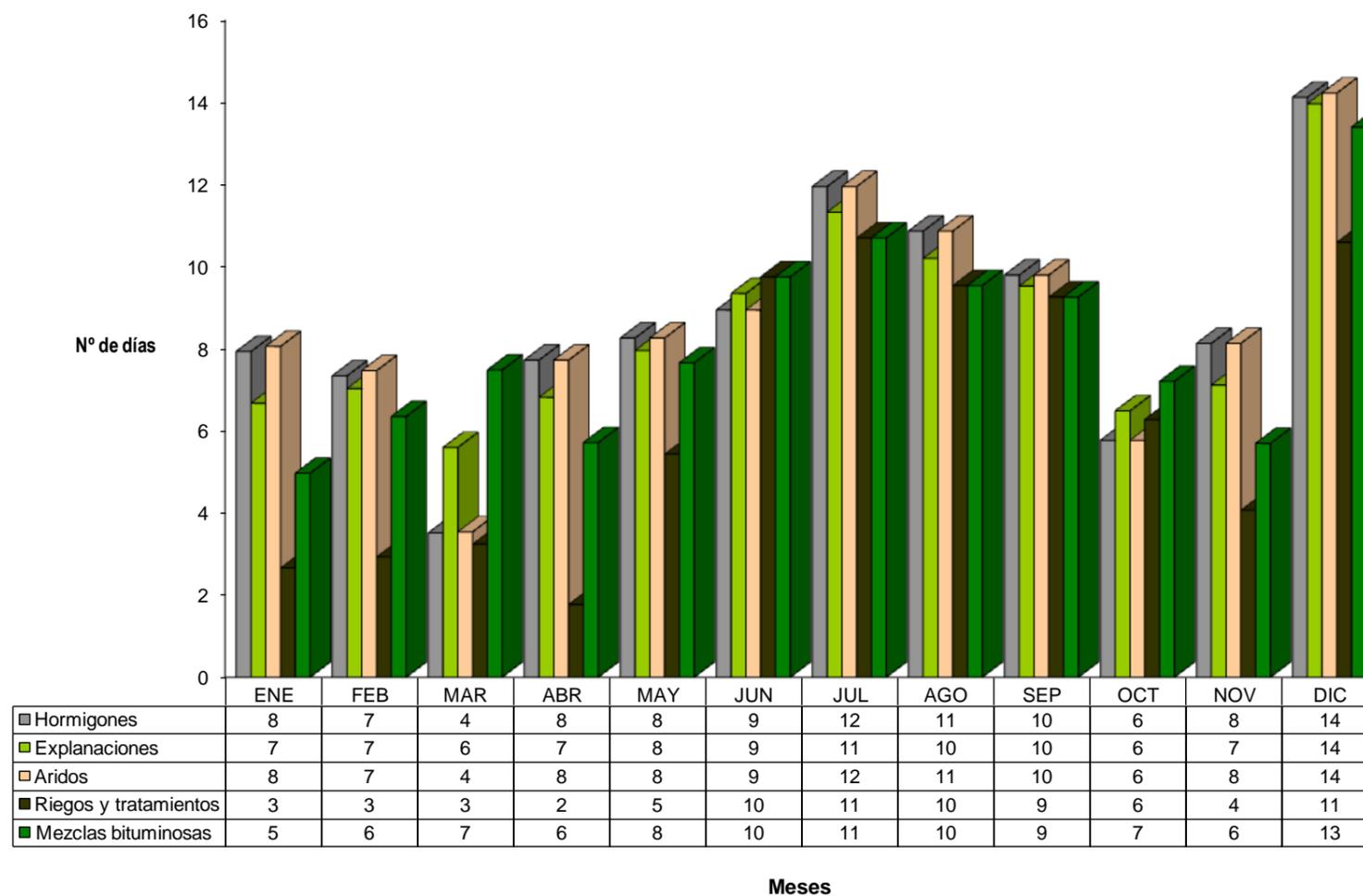
FORMULACIÓN	DÍAS	MEDIAS DE LOS DATOS DISPONIBLES												
		ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	AÑO
Nm=n°días>0°C/n°días mes	<0°C	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
Tm=n°días>10°C/n°días mes	>10°C	15	12	13	9	22	30	31	31	30	27	20	18	258
T'm=n°días>5°C/n°días mes	>5°C	28	26	30	29	31	30	31	31	30	31	28	29	354
Lm=n°días<10 mm/n°días mes	>10 mm	7	10	22	9	10	9	2	2	7	17	9	14	55
L'm=n°días<1 mm/n°días mes	>1 mm	15	12	11	14	12	7	5	6	8	14	14	15	129
n	TOTALES	31	28	31	30	31	30	31	31	30	31	30	31	365
f	FESTIVOS	13	8	10	11	10	8	9	11	8	9	10	10	117
n-f	LABORABLES	18	20	21	19	21	22	22	20	22	22	20	21	248

FORMULACIÓN		COEFICIENTES DE REDUCCIÓN												
		ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	
Nm=n°días>0°C/n°días mes		0,985	0,983	0,993	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	0,987
Tm=n°días>10°C/n°días mes		0,484	0,429	0,419	0,300	0,710	1,000	1,000	1,000	1,000	0,871	0,667	0,581	
T'm=n°días>5°C/n°días mes		0,903	0,929	0,968	0,967	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	0,933	0,935	
Lm=n°días<10 mm/n°días mes		0,771	0,643	0,290	0,700	0,677	0,700	0,935	0,935	0,767	0,452	0,700	0,548	
L'm=n°días<1 mm/n°días mes		0,526	0,589	0,634	0,536	0,628	0,763	0,838	0,821	0,725	0,564	0,525	0,527	

FORMULACIÓN	CLASE DE OBRA	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
		Cm=Nm.Lm	Hormigones	0,759	0,632	0,288	0,700	0,677	0,700	0,935	0,935	0,767	0,452
Cm=(Lm+L'm)/2.Nm	Explanaciones	0,638	0,605	0,459	0,618	0,653	0,732	0,887	0,878	0,746	0,508	0,613	0,531
Cm=Lm	Aridos	0,771	0,643	0,290	0,700	0,677	0,700	0,935	0,935	0,767	0,452	0,700	0,548
Cm=Tm.L'm	Riegos y tratamientos	0,255	0,252	0,266	0,161	0,446	0,763	0,838	0,821	0,725	0,491	0,350	0,306
Cm=T'm.L'm	Mezclas bituminosas	0,475	0,547	0,614	0,518	0,628	0,763	0,838	0,821	0,725	0,564	0,490	0,493
Cf=(n-f)/n		0,581	0,714	0,677	0,633	0,677	0,733	0,710	0,645	0,733	0,710	0,667	0,677
Ct=(Cm).Cf	Hormigones	0,441	0,367	0,167	0,406	0,393	0,406	0,543	0,543	0,445	0,262	0,406	0,672
Ct=(Cm).Cf	Explanaciones	0,371	0,351	0,266	0,359	0,379	0,425	0,515	0,510	0,433	0,295	0,356	0,665
Ct=(Cm).Cf	Aridos	0,448	0,373	0,169	0,406	0,393	0,406	0,543	0,543	0,445	0,262	0,406	0,677
Ct=(Cm).Cf	Riegos y tratamientos	0,148	0,146	0,154	0,093	0,259	0,443	0,486	0,477	0,421	0,285	0,203	0,504
Ct=(Cm).Cf	Mezclas bituminosas	0,276	0,317	0,356	0,301	0,365	0,443	0,486	0,477	0,421	0,327	0,285	0,638

FORMULACIÓN	CLASE DE OBRA	DÍAS TRABAJABLES MENSUALMENTE											
		ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
Días trabajables netos = Ct(n-f)	Hormigones	8	7	4	8	8	9	12	11	10	6	8	14
Días trabajables netos = Ct(n-f)	Explanaciones	7	7	6	7	8	9	11	10	10	6	7	14
Días trabajables netos = Ct(n-f)	Aridos	8	7	4	8	8	9	12	11	10	6	8	14
Días trabajables netos = Ct(n-f)	Riegos y tratamientos	3	3	3	2	5	10	11	10	9	6	4	11
Días trabajables netos = Ct(n-f)	Mezclas bituminosas	5	6	7	6	8	10	11	10	9	7	6	13

DIAS TRABAJABLES MENSUALMENTE



1.6. PRECIPITACIONES MÁXIMAS

1.6.1. METODOLOGÍA

El objeto de esta parte del estudio es el de fijar las máximas intensidades de lluvias previsible, tanto sobre las calzadas como sobre las cuencas interceptadas por el trazado, para los distintos periodos de retorno considerados.

El conjunto de pasos realizados ha sido el siguiente:

- Recopilación de información: En primer lugar, se ha obtenido la información gráfica necesaria, consistente en cartografía 1:25.000 y 1:5.000 de toda la zona de estudio. En segundo lugar, se ha llevado a cabo la recopilación de datos meteorológicos a través del Instituto Nacional de Meteorología.
- Tratamiento de datos pluviométricos: El criterio utilizado para la selección de las estaciones ha sido por proximidad a la zona de estudio. Una vez realizada la selección de las mismas se ha realizado el tratamiento de los datos obteniendo las series anuales de precipitaciones máximas diarias por cada estación. Igualmente se han obtenido las intensidades máximas diarias para los datos de intensidades.
- Ajuste estadístico de los datos: Para la obtención de las precipitaciones máximas correspondientes a los periodos de retorno (2, 5, 10, 25, 50, 100,200 y 500 años) se han extraído las máximas precipitaciones diarias (mm / 24 horas) de cada año hidrológico, obteniendo las muestras para cada estación. Para las distintas duraciones del aguacero a las que corresponda cada una de las series, se han ajustado las leyes de Gumbel y SQRT-ETMAX. Posteriormente estos valores se comparan con los datos de la publicación “Máximas lluvias diarias en la España Peninsular”, escogiendo finalmente los más desfavorables.

1.6.2. TRATAMIENTO DE DATOS PLUVIOMETRICOS

Para la estación de Pontevedra-“Instituto” (1484) los datos de lluvia que se han tenido en cuenta para el cálculo de la precipitación son la de los datos comprendidos entre los años 1964-1985.

Para la estación de Pontevedra – “Mourente “(1484C) se han tenido en cuenta los datos de los años comprendidos entre los años 1985-2008.

Para la estación de Salcedo (1485) se han tenido en cuenta los datos comprendidos entre los años 1965-2008.

1.6.3. CALCULO DE LA PRECIPITACIÓN MÁXIMA DIARIA

Para obtener las precipitaciones máximas en 24 horas a cada muestra se le han aplicado las distribuciones de Gumbel y SQRT-ET MÁX.

Los resultados obtenidos para cada muestra en ambas distribuciones se recogen al final del Anejo en el Apéndice nº 2. “Distribución de Gumbel” y en el Apéndice nº 3 “Distribución SQRT-ET MÁX.

1.6.3.1. AJUSTE DE GUMBEL

La distribución de Gumbel es un modelo universalmente aceptado en distribución de variables aleatorias que sean extremos (máximos o mínimos de un determinado fenómeno que se produce en el tiempo).

Los datos que hemos tomado para realizar los ajustes por este método son las precipitaciones máximas anuales en 24 horas de los años de muestreo completo, y de los años completados en cada estación.

De acuerdo con las formulaciones de Gumbel de estadística matemática aplicada a la distribución del valor máximo de una serie de registros periódicos, el caudal de avenida máxima correspondiente a un periodo de retorno determinado puede calcularse mediante la fórmula:

- T_r : Periodo de retorno elegido
- X : Precipitación máxima diaria en 24 horas correspondiente al periodo de retorno T_r ;
- ΔX : Desviación típica de los datos de precipitaciones máximas disponibles;
- \bar{X} : Promedio de los datos de precipitaciones máximas diarias disponibles;
- Y_n, Δ_n : Factores que dependen del número de datos disponibles.

La fórmula utilizada se deduce mediante transformaciones elementales de la Ley de Gumbel:

$$X(X \leq x) = e^{-e^{-y}}$$

Siendo y la variable reducida dada la formula $y = a(X - X_f)$ donde X_f es el modo de la distribución y a un parámetro de dispersión, para los que Gumbel procedimiento de estimación:

$$X_f = X - \Delta X \frac{Y_n}{\Delta n}$$

$$\alpha = \frac{\Delta X}{\Delta n}$$

Por otro lado:

$$\frac{1}{Tr} = P(X \geq x) = 1 - P(X \leq x)$$

$$P(X \leq x) = 1 - \frac{1}{Tr} = \frac{Tr - 1}{Tr} = e^{-e^{-y}}$$

De aquí se obtiene la expresión:

$$y = -Ln(\ln 1 - \frac{Tr}{Tr - 1})$$

De la combinación de las anteriores expresiones resulta la fórmula propuesta.

Para la verificación de la bondad de ajuste, a la distribución de Gumbel se ha utilizado la prueba estadística X2 mediante la cual se comprueba que el valor muestral X2 en la serie es menor que el valor de la función X2 (Valor que se obtiene de la tabla chi cuadrado, en la cual se muestran los valores de la distribución X2 con n grados de libertad).

Se adjunta a continuación Tabla en la que se muestra la Distribución X2 con n grados de libertad

DISTRIBUCIÓN χ^2 CON v GRADOS DE LIBERTAD													
v	$\chi^2_{0,995}$	$\chi^2_{0,99}$	$\chi^2_{0,975}$	$\chi^2_{0,95}$	$\chi^2_{0,90}$	$\chi^2_{0,75}$	$\chi^2_{0,50}$	$\chi^2_{0,25}$	$\chi^2_{0,10}$	$\chi^2_{0,05}$	$\chi^2_{0,025}$	$\chi^2_{0,01}$	$\chi^2_{0,005}$
1	7,8800	6,6300	5,0200	3,8400	2,7100	1,3200	0,4550	0,1020	0,0158	0,0039	0,0010	0,0020	0,0000
2	10,6000	9,2100	7,3800	5,9900	4,6100	2,7700	1,3900	0,5750	0,2110	0,1030	0,0506	0,0201	0,0100
3	12,8000	11,3000	9,3500	7,8100	6,2500	4,1100	2,3700	1,2100	0,5840	0,3520	0,2160	0,1150	0,0720
4	14,9000	13,3000	11,1000	9,4900	7,7800	5,3900	3,3600	1,9200	1,0600	0,7110	0,4840	0,2970	0,2070
5	16,7000	15,1000	12,8000	11,1000	9,2400	6,6300	4,3500	2,6700	1,6100	1,1500	0,8310	0,5640	0,4120
6	18,5000	16,8000	14,4000	12,6000	10,6000	7,8400	5,3500	3,4500	2,2000	1,6400	1,2400	0,8720	0,6760
7	20,3000	18,5000	16,0000	14,1000	12,0000	9,0400	6,3500	4,2500	2,8300	2,1700	1,6900	1,2400	0,9890
8	22,0000	20,1000	17,5000	15,5000	13,4000	10,2000	7,3400	5,0700	3,4900	2,7300	2,1800	1,6500	1,3400
9	23,6000	21,7000	19,0000	16,9000	14,7000	11,4000	8,3400	5,9000	4,1700	3,3300	2,7000	2,0900	1,7300
10	25,2000	23,2000	20,5000	18,3000	16,0000	12,5000	9,3400	6,7400	4,8700	3,9400	3,2500	2,5600	2,1600
11	26,8000	24,7000	21,9000	19,7000	17,3000	13,7000	10,3000	7,5800	5,5800	4,5700	3,8200	3,0500	2,6000
12	28,3000	26,2000	23,3000	21,0000	18,5000	14,8000	11,3000	8,4400	6,3000	5,2300	4,4000	3,5700	3,0700
13	29,8000	27,7000	24,7000	22,4000	19,8000	16,0000	12,3000	9,3000	7,0400	5,8900	5,0100	4,1100	3,5700
14	31,3000	29,1000	26,1000	23,7000	21,1000	17,1000	13,3000	10,2000	7,7900	6,5700	5,6300	4,6600	4,0700
15	32,8000	30,6000	27,5000	25,0000	22,3000	18,2000	14,3000	11,0000	8,5500	7,2600	6,2600	5,2300	4,6000
16	34,3000	32,0000	28,8000	26,3000	23,5000	19,4000	15,3000	11,9000	9,3100	7,9600	6,9100	5,8100	5,1400
17	35,7000	33,4000	30,2000	27,6000	24,8000	20,5000	16,3000	12,8000	10,1000	8,6700	7,5600	6,4100	5,7000
18	37,2000	34,8000	31,5000	28,9000	26,0000	21,6000	17,3000	13,7000	10,9000	9,3900	8,2300	7,0100	6,2600
19	38,6000	36,2000	32,9000	30,1000	27,2000	22,7000	18,3000	14,6000	11,7000	10,1000	8,9100	7,6300	6,8400
20	40,0000	37,6000	34,2000	31,4000	28,4000	23,8000	19,3000	15,5000	12,4000	10,9000	9,5900	8,2600	7,4300
21	41,4000	38,9000	35,5000	32,7000	29,6000	24,9000	20,3000	16,3000	13,2000	11,6000	10,3000	8,9000	8,0300
22	42,8000	40,3000	36,8000	33,9000	30,8000	26,0000	21,3000	17,2000	14,0000	12,3000	11,0000	9,5400	8,6400
23	44,2000	41,6000	38,1000	35,2000	32,0000	27,1000	22,3000	18,1000	14,8000	13,1000	11,7000	10,2000	9,2600
24	45,6000	43,0000	39,4000	36,4000	33,2000	28,2000	23,3000	19,0000	15,7000	13,8000	12,4000	10,9000	9,8900
25	46,9000	44,3000	40,6000	37,7000	34,4000	29,3000	24,3000	19,9000	16,5000	14,6000	13,1000	11,5000	10,5000
26	48,3000	45,6000	41,9000	38,9000	35,6000	30,4000	25,3000	20,8000	17,3000	15,4000	13,8000	12,2000	11,2000
27	49,6000	47,0000	43,2000	40,1000	36,7000	31,5000	26,3000	21,7000	18,1000	16,2000	14,6000	12,9000	11,8000
28	51,0000	48,3000	44,5000	41,3000	37,9000	32,6000	27,3000	22,7000	18,9000	16,9000	15,3000	13,6000	12,5000
29	52,3000	49,6000	45,7000	42,6000	39,1000	33,7000	28,3000	23,6000	19,8000	17,7000	16,0000	14,3000	13,1000
30	53,7000	50,9000	47,0000	43,8000	40,3000	34,8000	29,3000	24,5000	20,6000	18,5000	16,8000	15,0000	13,8000
40	66,8000	63,7000	59,3000	55,8000	51,8000	45,6000	39,3000	33,7000	29,1000	26,5000	24,4000	22,2000	20,7000
50	79,5000	76,2000	71,4000	67,5000	63,2000	56,3000	49,3000	42,9000	37,7000	34,8000	32,4000	29,7000	28,0000
60	92,0000	88,4000	83,3000	79,1000	74,4000	67,0000	59,3000	52,3000	46,5000	43,2000	40,5000	37,5000	35,5000
70	104,2000	100,4000	95,0000	90,5000	85,5000	77,6000	69,3000	61,7000	55,3000	51,7000	48,8000	45,4000	43,3000
80	116,3000	112,3000	106,6000	101,9000	96,6000	88,1000	79,3000	71,1000	64,3000	60,4000	57,2000	53,5000	51,2000
90	128,3000	124,1000	118,1000	113,1000	107,6000	98,6000	89,3000	80,6000	73,3000	69,1000	65,6000	61,8000	59,2000
100	140,2000	135,8000	129,6000	124,3000	118,5000	109,1000	99,3000	90,1000	82,4000	77,9000	74,2000	70,1000	67,3000

Los cálculos de ajustes de Gumbel, para cada una de las estaciones disponibles, las tablas con los parámetros estadísticos y la representación gráfica, tanto de los datos como de los resultados se encuentran en el Apéndice nº2 del presente documento.

1.6.3.2. AJUSTE DE SQRT-ET Max

La ley SQRT-ETmáx, propuesta en Japón por Etoh, T., A. Murota y M. Nakamishi (1986), es uno de los escasos modelos de ley desarrollados específicamente para el análisis de máximas lluvias diarias y tiene la característica de conducir a resultados más conservadores que los obtenidos mediante la ley de Gumbel. La ley SQRT-ETmáx es considerada por el C.E.D.E.X. más adecuada para numerosas regiones españolas que la tradicional ley de Gumbel.

La ley SQRT-ETmáx es una ley con dos parámetros, basada exclusivamente en datos locales, al igual que la de Gumbel. Su formulación es:

$$F(x) = e^{-\kappa(1+\sqrt{\alpha x})e^{-\sqrt{\alpha x}}}$$

Donde:

- • F(X) : Probabilidad de ocurrencia de una determinada tormenta;
- • K y α : parámetros de escala y frecuencia, respectivamente. Deben ser ajustados a los datos existentes.

Para calcular K y α , se parte de la función de máxima verosimilitud:

$$L = \sum_{i=1}^N Lnf(x_i)$$

Donde:

$$f(x_i) = \frac{\kappa}{1 - e^{-\kappa}} \cdot h(x_i) \cdot F(x_i)$$

$$h(x_i) = \frac{\alpha}{2} \cdot e^{-\sqrt{\alpha \cdot x_i}}$$

$$F(x_i) = e^{-\kappa(1+\sqrt{\alpha \cdot x_i}) \cdot e^{-\sqrt{\alpha \cdot x_i}}}$$

Siendo:

- Xi el valor "i" conocido de precipitación.

La función de máxima verosimilitud L se deriva respecto de α y se iguala a 0, obteniéndose el valor de κ en función de α :

$$\kappa = \frac{\sum_{i=1}^N \sqrt{\alpha \cdot x_i} - 2N}{\sum_{i=1}^N \alpha \cdot x_i \cdot e^{-\sqrt{\alpha \cdot x_i}}}$$

Con este valor de κ se obtiene el valor de α que maximiza la función de máxima verosimilitud L. De esta manera queda definida la función de distribución F(x) para una serie de valores conocidos de precipitaciones máximas.

Los cálculos de ajuste de SQRT-ETmáx para cada una de las estaciones disponibles, las tablas con los parámetros estadísticos y la representación gráfica, tanto de los datos como de los resultados se encuentran en el Apéndice nº 3 del presente documento.

1.6.3.3. PRECIPITACIONES MÁXIMAS SEGÚN LAS MÁXIMAS LLUVIAS DIARIAS EN LA ESPAÑA PENINSULAR

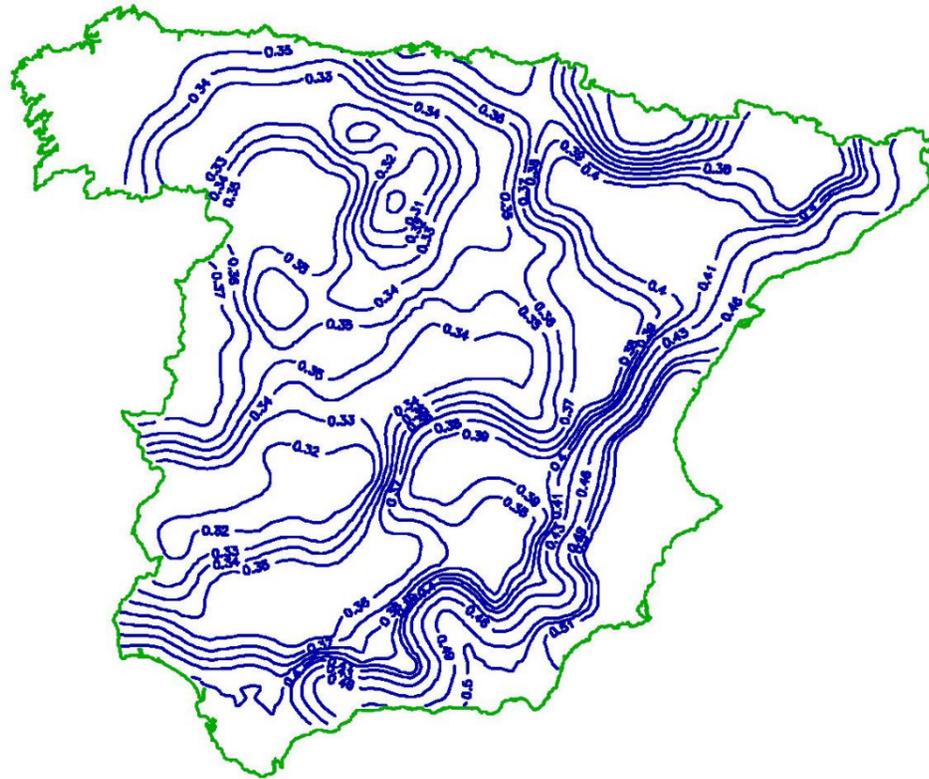
El objeto de esta parte del estudio es fijar las máximas intensidades previsibles, tanto sobre las calzadas como sobre las cuencas interceptadas por el trazado, para los distintos periodos de retorno a considerar.

Se ha empleado para el cálculo la publicación "Máximas lluvias diarias en la España Peninsular". Esta publicación, a partir de una selección de estaciones pluviométricas, recopilando sus datos correspondientes a las máximas lluvias diarias, realiza una modelación estadística de las series anuales de máximas lluvias diarias obteniendo una estimación regional de parámetros cuantiles. El proceso es el siguiente:

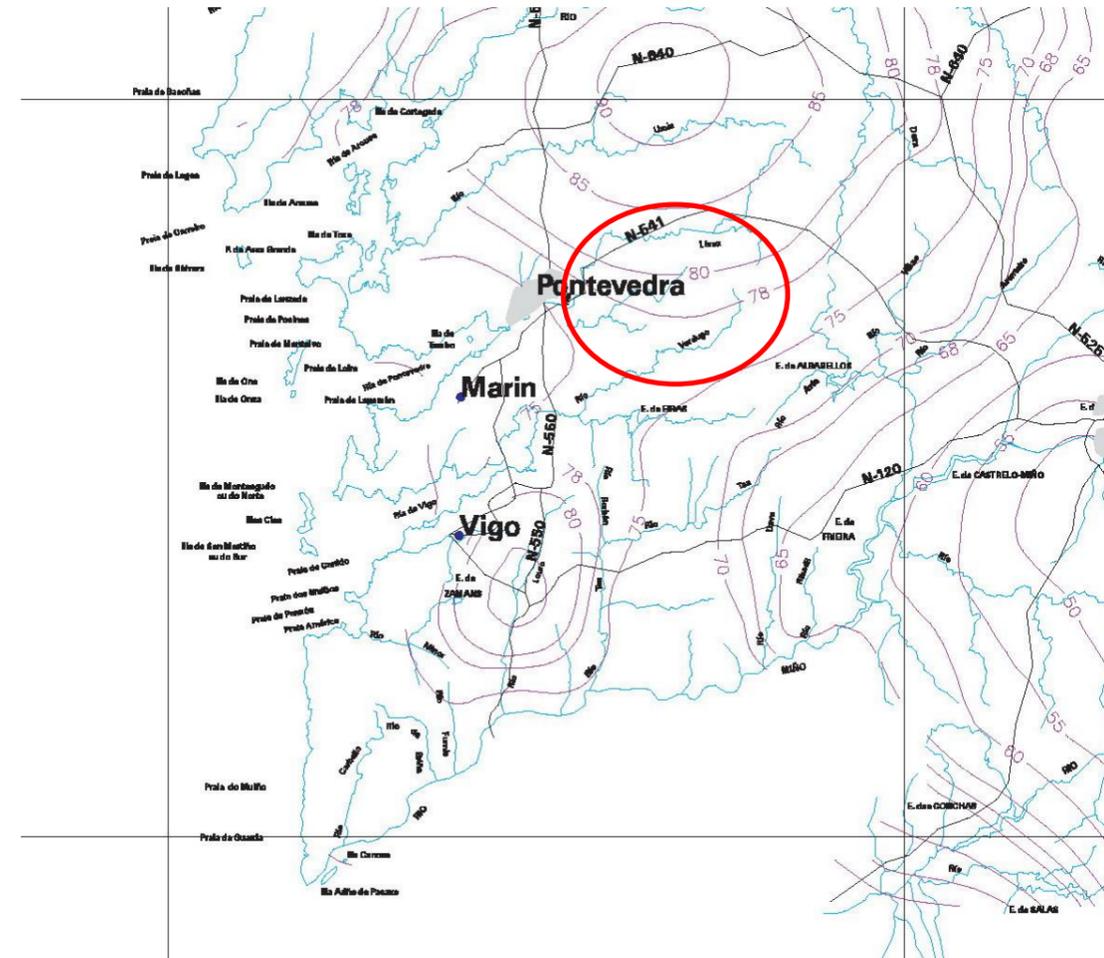
- Localización en los planos del punto deseado.
- Estimación mediante las isolneas representadas del coeficiente de variación Cv y mediante el mapa de lluvias del valor de la precipitación media anual (Pm).

Para el periodo de retorno deseado y el valor de Cv, obteniendo el cuantil regional Yt.

Valor de Cv



Valor de P



Como se puede ver en el plano adjunto, la zona de estudio está afectada por un coeficiente de variación (Cv) de 0,35 y una P de 74 mm.

Cv	FACTOR DE AMPLIFICACIÓN K _T (T,Cv)							
	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	1,198	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
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	2,002	2,373	2,739	3,128	3,677
0,5	0,855	1,297	1,61	2,052	2,403	2,785	3,189	3,738
0,51	0,833	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

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

Cv	2	5	10	25	50	100	200	500
0,35	0,921	1,217	1,438	1,732	1,961	2,22	2,48	2,831
P= 74 (mm)	68,15	90,06	106,41	128,17	145,11	164,28	183,52	209,49

Resumiendo, según la publicación “Máximas Lluvias en la España Peninsular”, las precipitaciones máximas son:

"MÁXIMAS LLUVIAS EN LA ESPAÑA PENINSULAR"			
PERIODOS DE RETORNO	Cv (0,35)	P (mm)	PRECIPITACIONES MÁXIMAS
2	0,921	74,00	68,15
5	1,217		90,06
10	1,438		106,41
25	1,732		128,17
50	1,961		145,11
100	2,220		164,28
200	2,480		183,52
500	2,831	209,49	

1.6.3.4. MÉTODO DE LOS POLIGONOS DE THIESEN

El Método de Thiessen se emplea cuando la distribución de los pluviómetros no es uniforme dentro del área de consideración.

Este método requiere el conocimiento de la ubicación de cada estación dentro o en la periferia de la cuenca para proceder a su aplicación, identificando el área de influencia e cada pluviómetro y/o pluviógrafo. Así se van formando triángulos entre las estaciones más cercanas uniéndolas con segmentos rectos sin que estos se corten entre si y tratando que los triángulos sean lo más equiláteros posibles.

A partir de allí se trazan líneas bisectoras perpendiculares a todos los lados de los triángulos, las que al unirse en un punto común dentro de cada triangulo conforma una serie de polígonos que delimitan el área de influencia de cada estación, es decir, con los límites del área de estudio y los que definen las mediatrices se obtiene la superficie de influencia de cada estación (“Polígonos”).

Se asume que toda el área encerrada dentro de los límites formados por la intersección de estas perpendiculares en torno a la estación ha tenido una precipitación de la misma cantidad que la estación.

Este método proporciona un promedio ponderado de los registros pluviométricos de las estaciones que tienen influencia sobre el área.

Los lados del polígono conforman el límite de las áreas de influencia de cada estación.

$$\bar{P} = \frac{\sum_{i=1}^N (A_i \times P_i)}{\sum_{i=1}^N A_i} = \sum_{i=1}^n (P_i \cdot \frac{A_i}{A})$$

Donde:

- \bar{P} : Precipitación media sobre la cuenca
- P_i : Precipitación observada en la Estación i
- A_i : Área del polígono correspondiente a la Estación i
- A : Área total de la cuenca
- N : Nº de estaciones pluviométricas y/o pluviográficas con influencia en la cuenca.

En el Apéndice nº 4 “Polígonos de Thiessen”, se han dibujado los polígonos de Thiessen, tras haber seguido los criterios anteriormente citados, obteniendo así la influencia de cada estación en la zona de proyecto.

La influencia de cada estación es la siguiente:

ESTACIÓN	CUENCAS
1484-C "Pontevedra - Mourente"	1-2
1484 "Pontevedra - Instituto"	3-4-5-6-7

1.6.3.5. PRECIPITACIONES DE CALCULO ADOPTADAS

Para cada zona, se han adoptado las precipitaciones máximas obtenidas por los métodos empleados (Gumbel, SQRT-ETMAX y Mapa de Precipitaciones del Ministerio de Fomento.)

Se escoge para cada periodo de retorno la precipitación máxima más desfavorable resultante de las distribuciones de Gumbel, SQRT-ETMAX.

Posteriormente estos valores se deben comparar con los de la publicación “Máximas Lluvias diarias en la España peninsular”, escogiendo finalmente los más desfavorables.

A continuación, se recogen en forma de cuadro los resultados obtenidos aplicando las distintas distribuciones:

- Resultados obtenidos con la distribución de Gumbel

PERIODOS DE RETORNO	GUMBEL	
	ESTACIONES METEOROLÓGICAS	
	PONTEVEDRA "INSTITUTO" 1484	PONTEVEDRA "MOURENTE" 1484C
2	70,00	66,90
5	94,5	83,60
10	110,70	94,60
25	131,20	108,50
50	146,40	118,90
100	161,50	129,10
200	176,60	139,40
500	196,40	152,90
1000	211,40	163,10

- Resultados obtenidos con la distribución SQRT-ET_{MAX}:

PERIODOS DE RETORNO	SQRT-ET _{MAX}	
	ESTACIONES METEOROLÓGICAS	
	PONTEVEDRA "INSTITUTO" 1484	PONTEVEDRA "MOURENTE" 1484C
2	68,20	65,50
5	90,20	84,10
10	106,20	97,50
25	128,20	115,80
50	145,70	130,20
100	164,20	145,40
200	183,50	161,20
500	210,60	183,30
1000	232,20	200,90

- Precipitaciones máximas según la publicación “Máximas Lluvias en la España Peninsular”

PERIODOS DE RETORNO	Cv (0,35)	P (mm)	PRECIPITACIONES MAXIMAS
2	0,921	74,00	68,15
5	1,217		90,06
10	1,438		106,41
25	1,732		128,17
50	1,961		145,11
100	2,220		164,28
200	2,480		183,52
500	2,831		209,49

- Los valores finalmente adoptados son:

PERIODOS DE RETORNO	PONTEVEDRA 1484	PONTEVEDRA 1484 C	PRECIPITACIONES DE CALCULO ADOPTADAS
2	70,00	68,15	70,00
5	90,20	90,06	90,20
10	110,70	106,41	110,70
25	131,20	128,17	131,20
50	146,40	145,11	146,40
100	164,28	164,28	164,28
200	183,52	183,52	183,52
500	210,60	209,49	210,60

1.7. COMUNICACIONES MANTENIDAS CON LOS ORGANISMOS DE LAS CUENCAS

Se han enviado comunicaciones a varios organismos, en los cuales se informa de la redacción del Proyecto para la Construcción de la Ronda Este, tramo Po-542 (Ponte Bora - O Pino) a Po-532 (Pontevedra - Pontecaldelas) y acceso a Montecelo y Príncipe Felipe; se adjunta a continuación una tabla, a modo resumen, el que se muestran los organismos comunicados, el contenido de la notificación remitida y si se ha emitido contestación a dicha comunicación:

ORGANISMOS COMUNICADOS		CONTENIDO COMUNICACIÓN (DOCUMENTACIÓN O INFORMACIÓN SOLICITADA)	CONTESTACIÓN
AGUAS DE GALICIA	DEMARCAÇÃO TERRITORIAL GALICIA-SUR	-CRITERIOS DE CALCULO DE CAUDALES PARA DIMENSIONAMIENTO DE ORAS DE DRENAJE.	A FECHA DE HOY NO SE HA RECIBIDO CONTESTACIÓN
	SERVICIO DE EJECUCIÓN, PLANIFICACIÓN Y EXPLOTACIÓN DE SISTEMAS	-INFRAESTRUCTURAS (ACEQUIAS, CANALES DE RIEGO, CANALES DE RIEGO, ABASTECIMIENTO ...) COINCIDENTES EN EL ENTORNO DE LA VIA PROYECTADA.	A FECHA DE HOY NO SE HA RECIBIDO CONTESTACIÓN
	SERVICIOS CENTRALES	-PUNTOS DE AGUA RECONOCIDOS EN EL ENTORNO DEL PROYECTO (POZOS, FUENTES, MANANTIALES...).	A FECHA DE HOY NO SE HA RECIBIDO CONTESTACIÓN
XESTUR PONTEVEDRA		-INFORMACION O DOCUMENTACIÓN EXISTENTE SOBRE INFRAESTRUCTURAS, REGADIOS Y CONCENTRACIONES PARCELARIAS SITUADAS EN EL ENTORNO DE LA VIA PROYECTADA. -ALEGACIÓN, SUGERENCIA O CONDICIONANTE EN RELACIÓN AL SISTEMA AGRARIO EN DICHA ÁREA.	CON FECHA 16/JUNIO/2014 SE HA RECIBIDO CONTESTACIÓN DEL SERVICIO DE XESTIÓN DO SOLO DE GALICIA EN EL QUE SE COMUNICA QUE NO EXISTE NINGUNA ACTUACIÓN PREVISTA EN LA ZONA DE AFECCIÓN.

2. HIDROLOGIA

2.1. INTRODUCCION

Para el cálculo de caudales de referencia se siguen las directrices de la Instrucción 5.2.- IC “Drenaje Superficial” (Dirección General de Carreteras, Julio 1990).

En este capítulo se estudian los parámetros necesarios para la obtención de los caudales de referencia para los periodos de retorno considerados. Estos caudales servirán de base para el dimensionamiento de la red de drenaje del tramo objeto de proyecto.

2.2. DEFINICION DE LAS CUENCAS INTERCEPTADAS POR LA TRAZA

Se consideran las cuencas correspondientes a cauces, vaguadas o líneas de agua que hayan de ser desaguados mediante obras de drenaje transversal.

Seguidamente, las cuencas interceptadas por la traza a efectos de definición de las pequeñas obras de drenaje transversal han sido delimitadas sobre cartografía 1:5.000 con curvas de nivel cada 5 m.

En el propio anejo se ajustaron a escala 1:2.000, definiendo con precisión los puntos de cruce con la traza definitiva, por ello se consideran perfectamente válidas para el estudio actual. En las plantas de drenaje se han representado dichas cuencas.

Se han definido 7 cuencas de aportación a la traza.

En el Apéndice nº 6 se adjuntan planos de cuencas a escala 1:2.000.

Para el cálculo de los caudales de avenida de las cuencas interceptadas se han seguido las directrices de la Instrucción de Drenaje 5.2-IC ‘Drenaje Superficial’.

Los parámetros geométricos de la cuenca necesarios para evaluar los caudales resultantes en función de las Intensidades de lluvia son los siguientes: Superficie, Pendiente Media y Tiempo de Concentración.

A continuación se explica la obtención de cada uno de los parámetros geométricos necesarios para el cálculo de los caudales.

- Superficie

Se ha calculado la superficie de cada una de las cuencas definidas, eligiendo para cada caso la cartografía con escala más apropiada de entre las disponibles.

- Longitud del cauce principal

Se ha calculado la longitud del cauce principal de cada cuenca, desde su cabecera hasta el punto de intersección con la traza.

- Pendiente media

La pendiente se evalúa directamente como el cociente entre la diferencia de cotas de los puntos antes definidos, y la longitud del tramo de cauce considerado.

- Tiempo de concentración

El tiempo de concentración se determina mediante la expresión indicada en el Apartado 2.4 de la Instrucción 5.2.IC.

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

Siendo:

- L (km): longitud del cauce principal
- J (m/m): pendiente media del cauce

Hay que señalar que el tiempo de concentración reflejado en este cuadro corresponde al obtenido mediante la aplicación de la fórmula anteriormente indicada, si bien más adelante, cuando se proceda al cálculo de caudales, se considerará, en función de las características particulares de cada cuenca los siguientes valores:

- 5 minutos (0,083 horas), recomendado por la Instrucción para tiempos de recorrido del flujo difuso menores de 30 minutos.
- 10 minutos (0,167 horas), recomendado por la Instrucción para tiempos de recorrido del flujo difuso comprendidos entre 30 y 150 minutos.

- T (h), determinado por la expresión mencionada y válida para cuencas en las que predomine el flujo por cauces definidos.

En la tabla que se adjunta a continuación pueden verse las características geométricas de las cuencas interceptadas por la traza:

CUENCA	CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS					
	SUPERFICIE	LONGITUD (L)	DESNIVEL	PENDIENTE (J)	T _c	T _c *
	Km ²	Km	m	%	h	h
1	0,014	0,14	28,70	20,95%	0,089	0,089
2	0,016	0,15	5,20	3,39%	0,137	0,137
3	0,007	0,19	15,31	8,14%	0,136	0,136
4	0,010	0,21	5,00	2,40%	0,185	0,185
5	0,001	0,02	1,00	4,14%	0,032	0,083
6	0,042	0,34	19,00	5,66%	0,226	0,226
7	0,021	0,26	20,00	7,73%	0,175	0,175

2.3. PERIODOS DE RETORNO

Para la redacción del periodo de retorno se tiene en cuenta la tabla 1.2 de la Instrucción 5.2.1.C. Los periodos de retorno que se consideran para el tipo de vía del proyecto son:

TIPO DE ELEMENTOS DE DRENAJE	INSTRUCCIÓN 5.2-IC PERIODO DE RETORNO T (AÑOS)	AUGAS DE GALICIA PERIODO DE RETORNO T (AÑOS)
ELEMENTOS DE DRENAJE SUPERFICIAL DE LA PLATAFORMA Y MARGENES	25	100
OBRAS DE DRENAJE TRANSVERSAL	100	500

2.4. CAUDALES DE AVENIDA

El método de estimación de los caudales asociados a distintos periodos de retorno depende del tamaño y naturaleza de la cuenca aportante.

Según la Instrucción 5.2.-IC 'Drenaje Superficial' (mayo, 1990), para cuencas pequeñas es apropiado el método hidrometeorológico basado en la aplicación de la fórmula racional: una intensidad media de precipitación y una estimación de escurrimiento constante en el tiempo.

Se ha aplicado el Método Hidrometeorológico modificado, elaborado para la Dirección General de Carreteras de España y publicada en el XXIV Congreso de la International Association for Hydraulic Research (IAHR), que fue celebrado en Madrid en Septiembre de 1991.

Este método parte básicamente de las mismas hipótesis que el clásico método racional, pero incluye un factor corrector de uniformidad que contempla el reparto temporal del aguacero (K), cuya duración total se considera equivalente al tiempo de concentración, tal como establece también la fórmula racional clásica.

La hipótesis de lluvia neta constante que establece el método racional, no es real, y en la práctica existen variaciones en su reparto temporal que favorecen el desarrollo de los caudales punta. Esto complica el problema de obtener una fórmula simple para análisis de los caudales punta.

Sin embargo el método modificado, dentro de la duración del tiempo de concentración, la variación de la lluvia neta la refleja globalmente, refiriendo los caudales punta determinados considerando esa variación, a los caudales homólogos calculados con lluvia neta constante. La fórmula de cálculo empleada corresponde a una versión del método racional. Se conserva la expresión tradicional incorporándole únicamente el factor K, denominado de uniformidad.

$$Q = \frac{C \times I \times A}{3,0} K$$

Siendo:

- Q (m3/seg) = Caudal punta correspondiente a un período de retorno dado.
- I (mm/h) = Máxima intensidad media en el intervalo de duración TC, para el mismo período de retorno.
- A (km2) = Superficie de la cuenca
- C = Coeficiente de escurrimiento
- K = Coeficiente de uniformidad

2.4.1. DETERMINACIÓN DE PARÁMETROS HIDROLÓGICOS

Los parámetros hidrológicos que intervienen en la determinación de los caudales de desagüe de una cuenca son:

- Intensidades medias de precipitación
- Coeficiente de escorrentía y
- Umbral de escorrentía

2.4.1.1. INTENSIDADES MEDIAS DE PRECIPITACIÓN

Los valores de máximas precipitaciones diarias obtenidas en el capítulo de climatología son los siguientes:

PERIODO DE RETORNO	Pd (mm) Precipitaciones Máximas Adaptadas
2	70,00
5	90,20
10	110,70
25	131,20
50	146,40
100	164,28
200	183,52
500	210,60

La correlación existente entre las intensidades medias horarias, para cada periodo de retorno se determina con la fórmula:

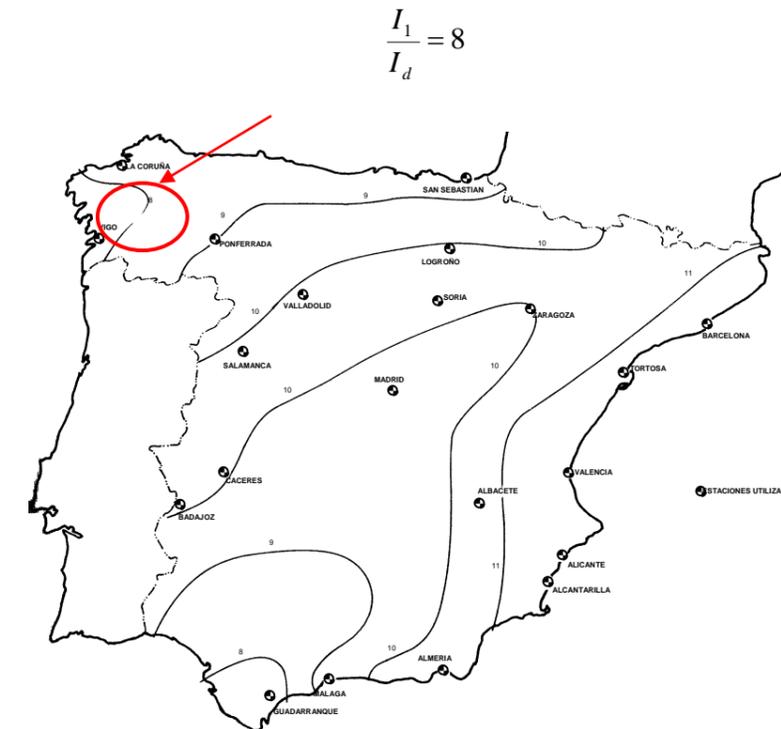
$$\frac{I_t}{I_d} = \left(\frac{I_1}{I_d} \right)^{\frac{28^{0,1-t^{0,1}}}{28^{0,1}-1}}$$

Siendo:

- Id (mm/h): Intensidad media diaria de precipitación (Pd/24)
- Pd (mm): Precipitación total diaria
- I1 (mm/h): Intensidad horaria de precipitación

- t (h): Duración del intervalo de precipitación, que se tomará igual al tiempo de concentración de la cuenca.

La relación I1/Id puede tomarse de la figura 2.2 de la 5.2-IC, y para la zona de proyecto toma un valor:



2.4.1.1.1. TIEMPO DE CONCENTRACIÓN

El tiempo de concentración se determina mediante la expresión indicada en el Apartado 2.4 de la Instrucción 5.2.IC.

La fórmula propuesta para determinar el tiempo de concentración es la siguiente:

Donde:

- Tc (h) = Tiempo de concentración
- L (km) = Longitud del curso principal
- J = Pendiente media del curso principal

Según recomendaciones de la Instrucción, se considerará, en función de las características particulares de cada cuenca los siguientes valores:

- -5 minutos (0.083 horas), recomendado por la Instrucción para tiempos de recorrido del flujo difuso menores de 30 minutos.
- -10 minutos (0.167 horas), recomendado por la Instrucción para tiempos de recorrido del flujo difuso comprendidos entre 30 y 150 minutos.

T (h), determinado por la expresión mencionada y válida para cuencas en las que predomine el flujo por cauces definidos.

2.4.1.1.2. MÁXIMA PRECIPITACIÓN DIARIA

En la aplicación del Método Hidrometeorológico Modificado la ley de precipitaciones máximas diarias anuales sobre la cuenca, deducida en el apartado 2.3 de la Instrucción 5.2-IC, viene modificada según la expresión siguiente, para tener en cuenta la no simultaneidad de las lluvias máximas de un mismo período de retorno en toda la superficie:

$$Pd^* = KA Pd$$

El valor medio areal deducido para cada cuenca debe afectarse de un factor reductor función de su área según la expresión:

$$KA = 1 \quad \text{para } A < 1 \text{ km}^2$$

$$K_A = 1 - \frac{\log A}{15} \quad \text{para } 1 \text{ km}^2 \leq A \leq 3.000 \text{ km}^2$$

Siendo:

- K_A = Factor de reductor de la lluvia diaria
- $\log A$ = Logaritmo decimal de la superficie A (km^2)

2.4.1.2. COEFICIENTE DE ESCORRENTÍA

El valor de los Coeficientes de Escorrentía para cada una de las cuencas estudiadas se obtiene por medio de la siguiente expresión recomendada por la Instrucción (5.2.I.C), y define la proporción y la intensidad de lluvia que genera escorrentía superficial:

$$C = \frac{[(P_d/P_0)-1] \cdot [(P_d/P_0)+23]}{[(P_d/P_0)+11]^2} \quad \text{para } Pd > P_0$$

$$C = 0 \quad \text{para } Pd \leq P_0$$

Donde:

- P_d (mm): Valor de la precipitación total diaria para el período de retorno considerado.
- P_0 (mm): Valor del Umbral de escorrentía.

El parámetro P_0 define el umbral de precipitación a partir del cual se inicia la escorrentía, y es función del complejo suelo-vegetación de la cuenca, según figura en las tablas 2-1 y 2-2 de la 5.2-IC..

Para el uso de la tabla 2.1 de la Instrucción 5.2-IC "Drenaje Superficial" los suelos se clasificarán según la tabla incluida en dicha Instrucción.

De los planos de cultivos y aprovechamientos junto con la interpretación de las fotografías aéreas realizadas para la elaboración de la cartografía y la inspección detallada de la zona, recorriendo las trazas y anotando los datos de cada cuenca, se ha concluido que están presentes los grupos de cubierta vegetal que se citan a continuación:

TIPO DE CULTIVO	ESTIMACION INICIAL P_0
CULTIVOS ANUALES	17
ZONAS DE ASENTAMIENTO DE LA POBLACIÓN Y AREAS INDUSTRIALES	1

En el Apéndice 7 se adjunta un plano de usos del suelo.

2.4.1.3. DETERMINACIÓN UMBRAL DE ESCORRENTIA (P_0)

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

El valor del umbral de escorrentía (Po) se obtiene consultando la Tabla 1 de la Instrucción 5.2-I.C (MOPU -1990) “Estimación inicial del umbral de escorrentía”, en la cual se tiene en cuenta el tipo y utilización de la superficie (área pavimentada, cultivos densos, bosques,...) la pendiente, la permeabilidad del suelo (dividido en cuatro categorías: A, B, C y D).

Desde el punto de vista hidrogeológico la circunvalación de Pontevedra discurre sobre materiales ígneos y cuaternarios. Con respecto a los materiales graníticos, la porosidad y permeabilidad es función del grado de alteración. En este sentido la roca sana puede considerarse como impermeable.

El tipo de suelo correspondiente a la zona de estudio está comprendido entre el grupo A y B

En el Apéndice 8 se adjunta un plano geológico, en el que se delimitan las cuencas existentes.

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

La Instrucción 5.2-IC “Drenaje Superficial” plantea que el umbral de escorrentía inicial así obtenido debe ser multiplicado por un coeficiente corrector de mayoración, obtenido de la figura 2.5 de la citada Instrucción; el cual refleja la variación regional de humedad habitual en el suelo al comienzo de aguaceros significativos, e incluye una mayoración para evitar sobre-elevaciones del caudal de referencia, de todas formas, las tablas que proporcionan el valor de Po suponen un grado de humedad del suelo medio.

Si los días anteriores a la precipitación estudiada se produjeron precipitaciones abundantes, las abstracciones (retenciones superficiales, infiltración,...) serán menores, por lo que el valor real de Po será menor al proporcionado por la tabla. Análogamente, y en sentido contrario, si los días anteriores no ha llovido nada, el suelo estará seco, y todas las abstracciones serán mayores. Hay que corregir el valor de Po aumentándolo.

Con lo que los valores del umbral de escorrentía (Po) obtenidos en la tabla 2.1 de la Instrucción 5.2 –IC deben modificarse para tener en cuenta el estado previo de humedad del suelo. EL S.C.S (Soil Conservation Service) define 3 condicionantes: tipo II (medio), tipo I (seco) y tipo III (húmedo), según se indica en la tabla 3.2.

Po (mm)	PRECIPITACIÓN TOTAL (mm) EN LOS 5 DIAS ANTERIORES	
	ESTACION DE LATENCIA	ESTACION DE CRECIMIENTO
I SECO	PT ≤ 13	PT ≤ 36
II MEDIO	13 ≤ PT ≤ 28	36 ≤ PT ≤ 53
III HÚMEDO	PT ≥ 28	PT ≥ 53

En nuestro caso el estado de humedad en el que se va a encontrar el suelo va a ser húmedo y, por tanto, el valor del umbral de escorrentía se modifica teniendo en cuenta la equivalencia de valores entre dichos estados.

Las condiciones para los valores de Po dados en la Tabla 2.1 de la citada Instrucción [Estimación inicial del umbral de escorrentía Po (mm)] corresponden a un estado medio de humedad (Tipo II) y las condiciones de paso (condiciones I y III), se adjuntan en la siguiente tabla 3.3 obtenida a partir de la propuesta por el S.C.S. expresada originariamente en número de curva (CN) ; esta conversión se realizara mediante tablas numéricas [Ferrer, F.J (1993), “Recomendaciones para el Cálculo Hidrometeorológico de Avenidas” /CEDEX, Centro de Estudios Hidrográficos- P.31) (TABLA 3.3)]

Po (mm)	Po (mm) correspondientes		
Condición II [Po para humedad previa normal (tipo II)]	Condición I [Po para humedad previa normal (tipo I)]	Condición III [Po para humedad previa normal (tipo III)]	
3	7	0,5	
6	14	1	
9	21	2	
13	29	3	
17	38	5	
21	48	7	
27	61	10	
33	75	13	
41	93	17	
50	112	21	
61	135	27	
75	167	33	
93	213	41	
117	283	50	

A partir de la tabla 3.3 se ha elaborado el siguiente cuadro en el que se muestran los valores del umbral de escorrentía adoptado, una vez modificados para tener en cuenta el estado previo de humedad:

Po(mm) Condición II *	Po(mm) Condición III
1	0,17
3	0,5
17	5
20	6,67
23	8
24	8,5
34	13,5

Po* (Valores proporcionados por la tabla 3.1 de la Instrucción 5.2-IC "Drenaje Superficial")

Como ya se ha mencionado anteriormente, la Instrucción 5.2-IC "Drenaje Superficial" plantea que el umbral de escorrentía inicial debe ser multiplicado por un coeficiente corrector de mayoración, obtenido de la figura 2.5 de la citada Instrucción, el cual refleja la variación regional de la humedad habitual en el suelo al comienzo de aguaceros significativos, incluyendo una mayoración para evitar sobre-elevaciones del caudal de referencia a causa de ciertas simplificaciones del tratamiento estadístico del método hidrometeorológico. En este caso el valor adoptado es 1,8.

En el cuadro siguiente se muestra el porcentaje de superficie de cada cuenca destinado a cada uno de los usos de la tierra, estimándose así el P₀ a considerar en el cálculo del coeficiente de escorrentía.

CUENCAS	CULTIVOS ANUALES				ZONAS DE ASENTAMIENTO				P0
	S.PARCIAL	%	Po	Po corregido	S.PARCIAL	%	Po	Po corregido	
1	0,00	0,00%	17	5,00	13.858,54	100,00%	1	0,17	0,17
2	15.304,42	93,27%	17	5,00	1.104,43	6,73%	1	0,17	4,67
3	7.291,02	100,00%	17	5,00	0,00	0,00%	1	0,17	5,00
4	9.655,48	100,00%	17	5,00	0,00	0,00%	1	0,17	5,00
5	1.453,45	100,00%	17	5,00	0,00	0,00%	1	0,17	5,00
6	42.115,55	100,00%	17	5,00	0,00	0,00%	1	0,17	5,00
7	21.159,24	100,00%	17	5,00	0,00	0,00%	1	0,17	5,00

2.4.1.4. COEFICIENTE DE UNIFORMIDAD

El coeficiente de uniformidad, K, se emplea para corregir el supuesto reparto uniforme de la escorrentía dentro del intervalo de cálculo de duración T_c. Su valor puede estimarse de acuerdo con la fórmula:

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

2.5. RESULTADOS

En los siguientes cuadros se reflejan los resultados de aplicar el método descrito a las cuencas de aportación, para periodos de retorno de 2,10, 25, 50, 100 y 500 años.

• PERIODO DE RETORNO DE 2 AÑOS

CUENCA	T (años)	P _d mm	K _A	P _d * mm	I _d (mm/h)	I _i /I _d	I _i mm/h	P ₀ * mm	P _d */P ₀ *	C	K	Q m ³ /s
1	2	70,00	1,00	70,00	2,92	8,00	72,18	0,30	233,43	1,00	1,00	0,33
2	2	70,00	1,00	70,00	2,92	8,00	60,17	8,41	8,32	0,61	1,01	0,20
3	2	70,00	1,00	70,00	2,92	8,00	60,46	9,00	7,78	0,59	1,01	0,09
4	2	70,00	1,00	70,00	2,92	8,00	52,83	9,00	7,78	0,59	1,01	0,10
5	2	70,00	1,00	70,00	2,92	8,00	74,21	9,00	7,78	0,59	1,00	0,02
6	2	70,00	1,00	70,00	2,92	8,00	48,27	9,00	7,78	0,59	1,01	0,41
7	2	70,00	1,00	70,00	2,92	8,00	54,15	9,00	7,78	0,59	1,01	0,23

• PERIODO DE RETORNO DE 5 AÑOS

CUENCA	T (años)	P _d (mm)	K _A	P _d * (mm)	I _d (mm/h)	I _i /I _d	I _i (mm/h)	P ₀ * (mm)	P _d */P ₀ *	C	K	Q (m ³ /s)
1	5	90,20	1,00	90,20	3,76	8,00	93,01	0,30	300,79	1,00	1,00	0,43
2	5	90,20	1,00	90,20	3,76	8,00	77,54	8,41	10,72	0,69	1,01	0,30
3	5	90,20	1,00	90,20	3,76	8,00	77,91	9,00	10,02	0,67	1,01	0,13
4	5	90,20	1,00	90,20	3,76	8,00	68,07	9,00	10,02	0,67	1,01	0,15
5	5	90,20	1,00	90,20	3,76	8,00	95,62	9,00	10,02	0,67	1,00	0,03
6	5	90,20	1,00	90,20	3,76	8,00	62,20	9,00	10,02	0,67	1,01	0,60
7	5	90,20	1,00	90,20	3,76	8,00	69,78	9,00	10,02	0,67	1,01	0,33

• PERIODO DE RETORNO DE 10 AÑOS

CUENCA	T (años)	P _d (mm)	K _A	P _d * (mm)	I _d (mm/h)	I _i /I _d	I _i (mm/h)	P ₀ * (mm)	P _d */P ₀ *	C	K	Q (m ³ /s)
1	10	110,70	1,00	110,70	4,61	8,00	114,15	0,30	369,15	1,00	1,00	0,53
2	10	110,70	1,00	110,70	4,61	8,00	95,16	8,41	13,16	0,75	1,01	0,39
3	10	110,70	1,00	110,70	4,61	8,00	95,62	9,00	12,30	0,73	1,01	0,17
4	10	110,70	1,00	110,70	4,61	8,00	83,55	9,00	12,30	0,73	1,01	0,20
5	10	110,70	1,00	110,70	4,61	8,00	117,35	9,00	12,30	0,73	1,00	0,04
6	10	110,70	1,00	110,70	4,61	8,00	76,34	9,00	12,30	0,73	1,01	0,80
7	10	110,70	1,00	110,70	4,61	8,00	85,63	9,00	12,30	0,73	1,01	0,45

• PERIODO DE RETORNO DE 25 AÑOS

CUENCA	T (años)	P _d (mm)	K _A	P _d * (mm)	I _d (mm/h)	I _i /I _d	I _i (mm/h)	P ₀ * (mm)	P _d */P ₀ *	C	K	Q (m³/s)
1	25	131,20	1,00	131,20	5,47	8,00	135,29	0,30	437,51	1,00	1,00	0,63
2	25	131,20	1,00	131,20	5,47	8,00	112,78	8,41	15,59	0,80	1,01	0,49
3	25	131,20	1,00	131,20	5,47	8,00	113,33	9,00	14,58	0,78	1,01	0,22
4	25	131,20	1,00	131,20	5,47	8,00	99,02	9,00	14,58	0,78	1,01	0,25
5	25	131,20	1,00	131,20	5,47	8,00	139,08	9,00	14,58	0,78	1,00	0,05
6	25	131,20	1,00	131,20	5,47	8,00	90,48	9,00	14,58	0,78	1,01	1,00
7	25	131,20	1,00	131,20	5,47	8,00	101,49	9,00	14,58	0,78	1,01	0,56

• PERIODO DE RETORNO DE 50 AÑOS

CUENCA	T (años)	P _d (mm)	K _A	P _d * (mm)	I _d (mm/h)	I _i /I _d	I _i (mm/h)	P ₀ * (mm)	P _d */P ₀ *	C	K	Q (m³/s)
1	50	146,40	1,00	146,40	6,10	8,00	150,96	0,30	488,20	1,00	1,00	0,70
2	50	146,40	1,00	146,40	6,10	8,00	125,85	8,41	17,40	0,82	1,01	0,57
3	50	146,40	1,00	146,40	6,10	8,00	126,46	9,00	16,27	0,81	1,01	0,25
4	50	146,40	1,00	146,40	6,10	8,00	110,49	9,00	16,27	0,81	1,01	0,29
5	50	146,40	1,00	146,40	6,10	8,00	155,20	9,00	16,27	0,81	1,00	0,06
6	50	146,40	1,00	146,40	6,10	8,00	100,96	9,00	16,27	0,81	1,01	1,16
7	50	146,40	1,00	146,40	6,10	8,00	113,25	9,00	16,27	0,81	1,01	0,65

• PERIODO DE RETORNO DE 100 AÑOS

CUENCA	T (años)	P _d (mm)	K _A	P _d * (mm)	I _d (mm/h)	I _i /I _d	I _i (mm/h)	P ₀ * (mm)	P _d */P ₀ *	C	K	Q (m³/s)
1	100	164,28	1,00	164,28	6,85	8,00	169,40	0,30	547,82	1,00	1,00	0,78
2	100	164,28	1,00	164,28	6,85	8,00	141,22	8,41	19,52	0,85	1,01	0,66
3	100	164,28	1,00	164,28	6,85	8,00	141,90	9,00	18,25	0,83	1,01	0,29
4	100	164,28	1,00	164,28	6,85	8,00	123,98	9,00	18,25	0,83	1,01	0,33
5	100	164,28	1,00	164,28	6,85	8,00	174,15	9,00	18,25	0,83	1,00	0,07
6	100	164,28	1,00	164,28	6,85	8,00	113,29	9,00	18,25	0,83	1,01	1,34
7	100	164,28	1,00	164,28	6,85	8,00	127,08	9,00	18,25	0,83	1,01	0,75

• PERIODO DE RETORNO DE 200 AÑOS

CUENCA	T (años)	P _d (mm)	K _A	P _d * (mm)	I _d (mm/h)	I _i /I _d	I _i (mm/h)	P ₀ * (mm)	P _d */P ₀ *	C	K	Q (m³/s)
1	200	183,52	1,00	183,52	7,65	8,00	189,24	0,30	611,98	1,00	1,00	0,88
2	200	183,52	1,00	183,52	7,65	8,00	157,76	8,41	21,81	0,87	1,01	0,75
3	200	183,52	1,00	183,52	7,65	8,00	158,52	9,00	20,39	0,85	1,01	0,33
4	200	183,52	1,00	183,52	7,65	8,00	138,50	9,00	20,39	0,85	1,01	0,38
5	200	183,52	1,00	183,52	7,65	8,00	194,55	9,00	20,39	0,85	1,00	0,08
6	200	183,52	1,00	183,52	7,65	8,00	126,56	9,00	20,39	0,85	1,01	1,53
7	200	183,52	1,00	183,52	7,65	8,00	141,96	9,00	20,39	0,85	1,01	0,86

• PERIODO DE RETORNO DE 500 AÑOS

CUENCA	T (años)	P _d (mm)	K _A	P _d * (mm)	I _d (mm/h)	I _i /I _d	I _i (mm/h)	P ₀ * (mm)	P _d */P ₀ *	C	K	Q (m³/s)
1	500	210,60	1,00	210,60	8,78	8,00	217,16	0,30	702,281	1,000	1,003	1,01
2	500	210,60	1,00	210,60	8,78	8,00	181,04	8,41	25,028	0,889	1,006	0,89
3	500	210,60	1,00	210,60	8,78	8,00	181,91	9,00	23,400	0,878	1,006	0,39
4	500	210,60	1,00	210,60	8,78	8,00	158,94	9,00	23,400	0,878	1,009	0,45
5	500	210,60	1,00	210,60	8,78	8,00	223,25	9,00	23,400	0,878	1,001	0,10
6	500	210,60	1,00	210,60	8,78	8,00	145,23	9,00	23,400	0,878	1,011	1,81
7	500	210,60	1,00	210,60	8,78	8,00	162,91	9,00	23,400	0,878	1,008	1,02

2.6. ANÁLISIS DEL COMPORTAMIENTO HIDRÁULICO DE LOS CAUDALES PRINCIPALES

2.6.1. INVENTARIO DEL DRENAJE EXISTENTE

Se ha hecho un recorrido por la traza para inventariar el drenaje existente en el entorno.

Su resultado se ha recogido en el Apéndice 8- Inventario drenaje existente, donde se adjunta sección de las obras de drenaje existente y secciones, así como las fichas de las obras de drenaje existentes en el entorno.

APÉNDICE Nº 1: ESTACIONES SELECCIONADAS (E: 1/12.500)

APÉNDICE Nº 2: DISTRIBUCIÓN DE GUMBEL

ESTIMACION DE LAS PRECIPITACIONES CORRESPONDIENTES A LOS DISTINTOS PERIODOS DE RETORNO SEGÚN GUMBEL. ESTACION 1485

AÑO	PRECIPITACIÓN	Nº ORDEN	PRECIPITACIÓN MÁXIMA (mm/24h)	PROBABILIDAD INTRÍNSECA	VARIABLE REDUCIDA	Y(T)	X(T)
1964	50,0	1	37,6	4,35	-1,14		
1965	56,7	2	49,0	8,70	-0,89	0,37	69,98
1966	57,0	3	50,0	13,04	-0,71	0,90	81,58
1967	65,0	4	51,4	17,39	-0,56	1,25	89,00
1968	74,0	5	55,0	21,74	-0,42	1,50	94,49
1969	102,0	6	56,7	26,09	-0,30	1,70	98,86
1970	58,0	7	57,0	30,43	-0,17	1,87	102,49
1971	126,0	8	58,0	34,78	-0,05	2,01	105,59
1972	98,0	9	63,2	39,13	0,06	2,14	108,31
1973	49,0	10	65,0	43,48	0,18	2,25	110,72
1974	87,0	11	65,5	47,83	0,30	2,35	112,89
1975	103,0	12	69,0	52,17	0,43	2,44	114,86
1976	69,0	13	69,0	56,52	0,56	2,53	116,66
1977	73,0	14	73,0	60,87	0,70	2,60	118,33
1978	120,0	15	74,0	65,22	0,85	2,67	119,87
1979	69,0	16	86,4	69,57	1,01	2,74	121,32
1980	55,0	17	87,0	73,91	1,20	2,80	122,67
1981	86,4	18	98,0	78,26	1,41	2,86	123,94
1982	51,4	19	102,0	82,61	1,66	2,92	125,15
1983	65,5	20	103,0	86,96	1,97	2,97	126,29
1984	63,2	21	120,0	91,30	2,40	3,02	127,37
1985	37,6	22	126,0	95,65	3,11	3,07	128,40

DATOS		VARIABLE REDUCIDA		PARÁMETROS	
Nº DATOS	22	Nº DATOS	22	C.CORRE	0,872
MEDIA	73,45	MEDIA	0,53	BETA	62,054
DESV. TÍPICA	23,26	DESV. TÍPICA	1,08	ALFA	0,046

PERIODO DE RETORNO	PROBABILIDAD	Y(T)	PRECIPITACIÓN [mm]
2	0,5	0,37	70,0
5	0,8	1,50	94,5
10	0,9	2,25	110,7
25	0,96	3,20	131,2
50	0,98	3,90	146,4
100	0,99	4,60	161,5
200	0,995	5,30	176,6
500	0,998	6,21	196,4
1000	0,999	6,91	211,4

PRUEBA ESTADÍSTICA X² EN LA SERIE

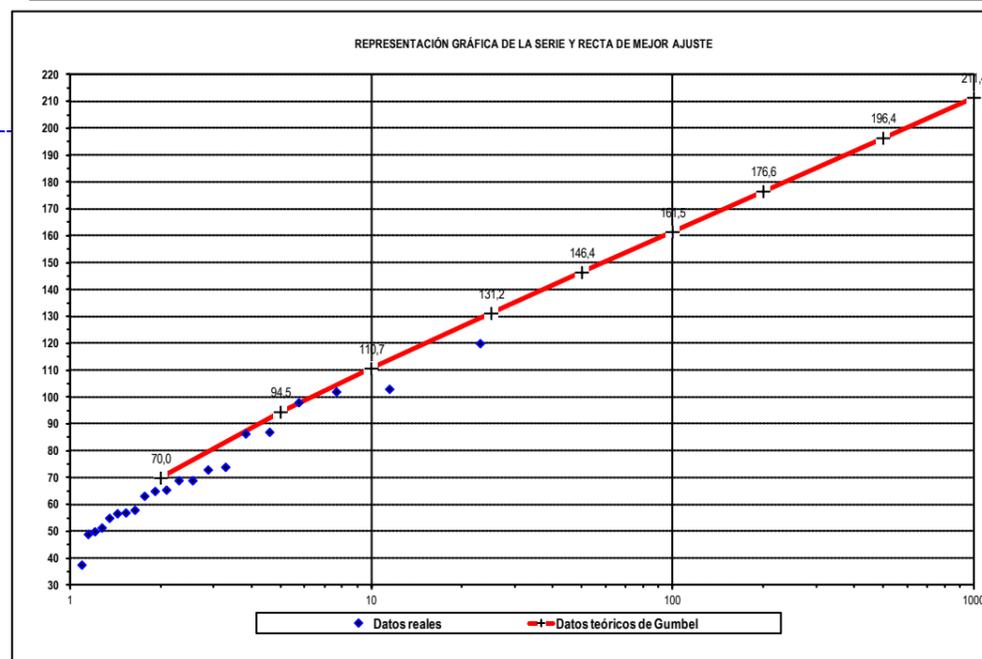
Nº INTERVALOS=	8
Nº DE GRADOS DE LIBERTAD n= k-r-1= k-2-1=	5
NIVEL DE CONFIANZA=	95%

INTERVALO (k)	Nº OBSERV. (Oi)	PROBABILIDAD OBSERVADA (Oi/Nº DATOS)	PROBABILIDAD ESPERADA (F(x)=EXP(-EXP(-a(x-b))))	X ² ((Oi-Ei) ² /Ei)
Hasla 25	0	0,000	0,004	0,086
25-30	0	0,000	0,008	0,184
30-35	0	0,000	0,022	0,485
35-40	1	0,045	0,040	0,014
40-45	0	0,000	0,070	1,547
45-50	1	0,045	0,104	0,728
50-55	2	0,091	0,146	0,458
Mayor de 55	18	0,818	0,605	1,656
X² muestral				5,156
Función X² (95%)				11,1

* Y(T) y X(T) son respectivamente los valores teóricos de la precipitación y de la variable reducida según la recta de Gumbel

El valor muestral es menor que la función.
El ajuste se considera ADECUADO para el nivel de confianza exigido.

ESTIMACION DE LAS PRECIPITACIONES CORRESPONDIENTES A LOS DISTINTOS PERIODOS DE RETORNO SEGÚN GUMBEL. ESTACION 1485



ESTIMACION DE LAS PRECIPITACIONES CORRESPONDIENTES A LOS DISTINTOS PERIODOS DE RETORNO SEGÚN GUMBEL. ESTACION 1484-C

AÑO	PRECIPITACIÓN MÁXIMA (mm/24h)	Nº ORDEN	PRECIPITACIÓN MÁXIMA (mm/24h)	PROBABILIDAD INTRÍNSECA	VARIABLE REDUCIDA	Y(T)	X(T)
1985	74,0	1	33,1	3,23	-1,23		
1986	105,0	2	43,3	6,45	-1,01	0,37	66,89
1987	75,0	3	47,8	9,68	-0,85	0,90	74,78
1988	63,9	4	49,1	12,90	-0,72	1,25	79,82
1989	90,0	5	49,1	16,13	-0,60	1,50	83,56
1990	62,3	6	58,3	19,35	-0,50	1,70	86,53
1991	49,1	7	59,2	22,58	-0,40	1,87	89,00
1992	75,9	8	59,3	25,81	-0,30	2,01	91,11
1993	47,8	9	61,3	29,03	-0,21	2,14	92,95
1994	69,5	10	62,3	32,26	-0,12	2,25	94,59
1995	86,6	11	63,9	35,48	-0,04	2,35	96,07
1996	85,7	12	64,9	38,71	0,05	2,44	97,41
1997	71,5	13	65,1	41,94	0,14	2,53	98,63
1998	59,3	14	66,0	45,16	0,23	2,60	99,77
1999	61,3	15	67,2	48,39	0,32	2,67	100,82
2000	65,1	16	67,5	51,61	0,41	2,74	101,80
2001	102,0	17	69,5	54,84	0,51	2,80	102,72
2002	82,5	18	71,5	58,06	0,61	2,86	103,58
2003	58,3	19	73,5	61,29	0,71	2,92	104,40
2004	66,0	20	74,0	64,52	0,82	2,97	105,18
2005	84,5	21	75,0	67,74	0,94	3,02	105,91
2006	88,6	22	75,9	70,97	1,07	3,07	106,61
2007	49,1	23	82,5	74,19	1,21	3,11	107,28
2008	67,5	24	84,5	77,42	1,36	3,16	107,92
2009	59,2	25	85,7	80,65	1,54	3,20	108,53
2010	67,2	26	86,6	83,87	1,74	3,24	109,12
2011	73,5	27	88,6	87,10	1,98	3,28	109,69
2012	43,3	28	90,0	90,32	2,28	3,31	110,23
2013	64,9	29	102,0	93,55	2,71	3,35	110,76
2014	33,1	30	105,0	96,77	3,42	3,38	111,26

DATOS		VARIABLE REDUCIDA		PARÁMETROS	
Nº DATOS	30	Nº DATOS	30	C.CORRE	0,859
MEDIA	69,39	MEDIA	0,54	BETA	61,506
DESV. TÍPICA	16,35	DESV. TÍPICA	1,11	ALFA	0,068
PERIODO DE RETORNO	PROBABILIDAD	Y(T)	PRECIPITACIÓN [mm]		
2	0,5	0,37	66,9		
5	0,8	1,50	83,6		
10	0,9	2,25	94,6		
25	0,96	3,20	108,5		
50	0,98	3,90	118,9		
100	0,99	4,60	129,1		
200	0,995	5,30	139,4		
500	0,998	6,21	152,9		
1000	0,999	6,91	163,1		

PRUEBA ESTADÍSTICA X² EN LA SERIE

Nº INTERVALOS=

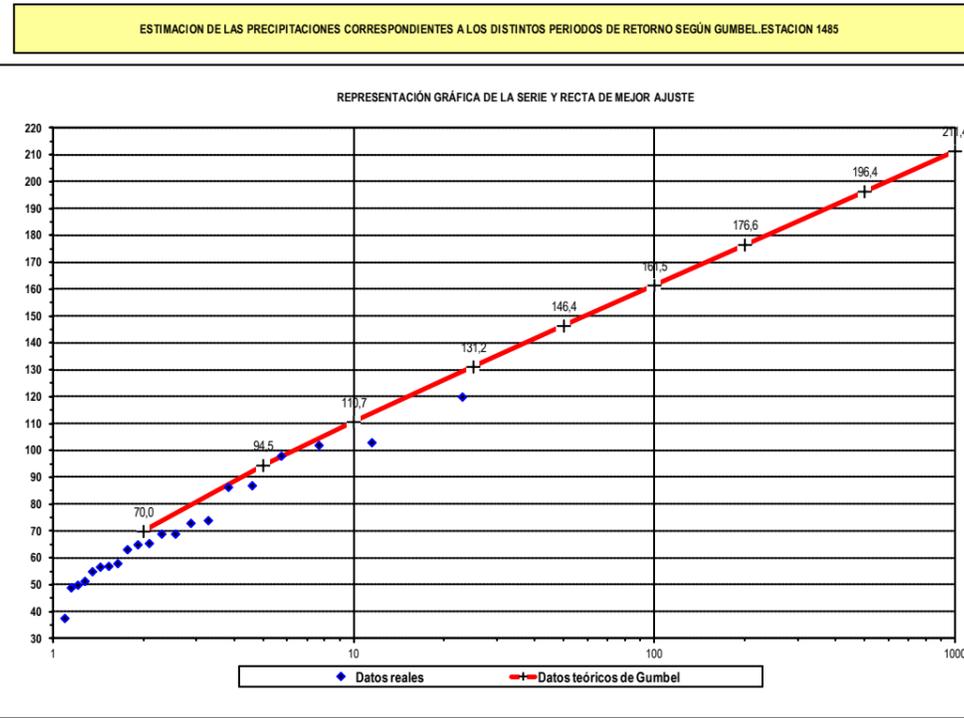
Nº DE GRADOS DE LIBERTAD n= k-r-1= k-2-1=

NIVEL DE CONFIANZA=

8
5
95%

INTERVALO	Nº OBSERV. (Oi)	PROBABILIDAD OBSERVADA (Oi/Nº DATOS)	PROBABILIDAD ESPERADA (F(x)=EXP(-EXP(-a(x-...)))	X ² ((Oi-Ei) ² /Ei)
Hasta 25	0	0,000	0,000	0,000
25-30	0	0,000	0,000	0,006
30-35	1	0,033	0,002	13,742
35-40	0	0,000	0,011	0,336
40-45	1	0,033	0,035	0,003
45-50	3	0,100	0,077	0,203
50-55	0	0,000	0,134	4,011
Mayor de 55	25	0,833	0,741	0,349
			X² muestral	18,649
			Función X² (95%)	11,1

El valor muestral es menor que la función.
 El ajuste se considera ADECUADO para el nivel de confianza exigido.



APÉNDICE Nº 3: DISTRIBUCIÓN SQRT-ETMAX

ESTIMACION DE LAS PRECIPITACIONES CORRESPONDIENTES A LOS DISTINTOS PERIODOS DE RETORNO SEGÚN SQRT-ETmáx. ESTACION 1484

AÑO	PRECIPITACIÓN MÁXIMA (mm/24h)
1964	50,0
1965	56,7
1966	57,0
1967	65,0
1968	74,0
1969	102,0
1970	58,0
1971	126,0
1972	98,0
1973	49,0
1974	87,0
1975	103,0
1976	69,0
1977	73,0
1978	120,0
1979	69,0
1980	55,0
1981	86,4
1982	51,4
1983	65,5
1984	63,2
1985	37,6

SERIE ORDENADA			VALORES CALCULADOS						
Nº ORDEN	PRECIPITACIÓN MÁXIMA (mm/24h)	P. RETORNO T (años)	PROBABILIDAD INTRINSECA	VARIABLE REDUCIDA	h(x)	f(x)	L f(x)	F(x)	P. RETORNO T (años)
1	37,6	1,00	4,35	-1,14	0,00101	0,00320	-5,7458	0,0096	1,0
2	49,0	1,05	8,70	-0,89	0,00042	0,01593	-4,1396	0,1160	1,1
3	50,0	1,10	13,04	-0,71	0,00039	0,01692	-4,0795	0,1325	1,2
4	51,4	1,16	17,39	-0,56	0,00035	0,01814	-4,0095	0,1570	1,2
5	55,0	1,22	21,74	-0,42	0,00027	0,02038	-3,8931	0,2268	1,3
6	56,7	1,29	26,09	-0,30	0,00024	0,02097	-3,8645	0,2620	1,4
7	57,0	1,38	30,43	-0,17	0,00024	0,02105	-3,8610	0,2683	1,4
8	58,0	1,47	34,78	-0,05	0,00022	0,02123	-3,8522	0,2894	1,4
9	63,2	1,57	39,13	0,06	0,00016	0,02088	-3,8692	0,3998	1,7
10	65,0	1,69	43,48	0,18	0,00014	0,02035	-3,8947	0,4369	1,8
11	65,5	1,83	47,83	0,30	0,00014	0,02018	-3,9033	0,4470	1,8
12	69,0	2,00	52,17	0,43	0,00011	0,01871	-3,9785	0,5152	2,1
13	69,0	2,20	56,52	0,56	0,00011	0,01871	-3,9785	0,5152	2,1
14	73,0	2,44	60,87	0,70	0,00009	0,01672	-4,0911	0,5861	2,4
15	74,0	2,75	65,22	0,85	0,00008	0,01620	-4,1227	0,6026	2,5
16	86,4	3,14	69,57	1,01	0,00004	0,01016	-4,5896	0,7646	4,2
17	87,0	3,67	73,91	1,20	0,00004	0,00991	-4,6145	0,7707	4,4
18	98,0	4,40	78,26	1,41	0,00002	0,00616	-5,0898	0,8576	7,0
19	102,0	5,50	82,61	1,66	0,00002	0,00516	-5,2673	0,8802	8,3
20	103,0	7,33	86,96	1,97	0,00002	0,00493	-5,3118	0,8852	8,7
21	120,0	11,00	91,30	2,40	0,00001	0,00232	-6,0672	0,9440	17,9
22	126,0	22,00	95,65	3,11	0,00001	0,00178	-6,3296	0,9563	22,9

DATOS	
N=	22
a	1,035
k	328,73
L	-98,553

PERÍODO DE RETORNO (años)	PRECIPITACIÓN (mm)
2	68,2
5	90,2
10	106,2
25	128,2
50	145,7
100	164,2
200	183,5
500	210,6
1000	232,2

DATOS		VARIABLE REDUCIDA		PARAMETROS	
Nº DATOS	22	Nº DATOS	22	C.CORRE	0,871850346
MEDIA	73,44545455	MEDIA	0,526779269	BETA	62,054
DESV. TÍPICA	23,25734932	DESV. TÍPICA	1,075470339	ALFA	0,046242172

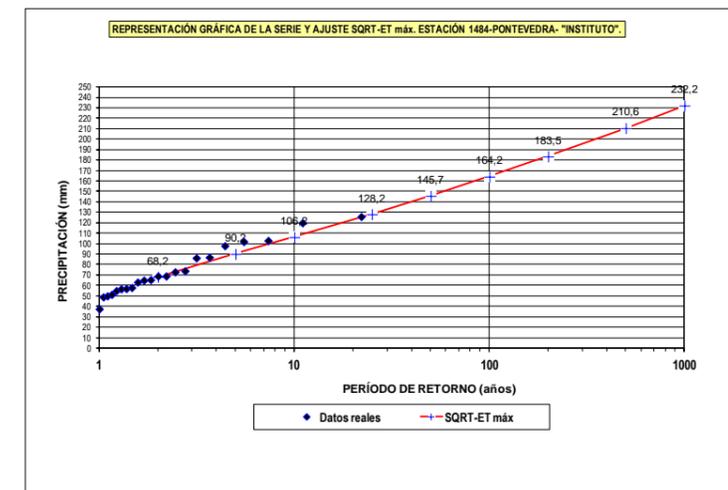
PRUEBA ESTADÍSTICA χ^2 EN LA SERIE

Nº INTERVALOS= 7
Nº DE GRADOS DE LIBERTAD $n = k - 1 = 7 - 1 = 6$
NIVEL DE CONFIANZA= 95%

INTERVALO (k)	Nº OBSERV. (O _i)	PROBABILIDAD OBSERVADA (O _i /Nº DATOS)	PROBABILIDAD ESPERADA (F(x)=EXP(-EXP(-a(x+b))))	χ^2 ((O _i -E _i) ² /E _i)
hasta 50	2	0,258	0,174	0,311
50-55	2	0,258	0,250	0,002
55-60	4	0,516	0,333	0,781
60-65	1	0,129	0,418	1,547
65-70	4	0,516	0,500	0,004
70-75	2	0,258	0,577	1,367
Mayor de 75	7	0,903	-1,253	-28,756
χ^2 muestral				-24,745
Función χ^2 (95%)				14,1

x	E _i	(O _i -E _i)
50	1,3519	0,6481
55	1,9385	0,0615
60	2,5805	1,4195
65	3,2380	-2,2380
70	3,8771	0,1229
75	4,4729	-2,4729
	-9,7097	16,7097

El valor muestral es menor que la función.
El ajuste se considera ADECUADO para el nivel de confianza exigido.



ESTIMACION DE LAS PRECIPITACIONES CORRESPONDIENTES A LOS DISTINTOS PERIODOS DE RETORNO SEGÚN SQRT-ET_{máx}. ESTACION 1484-C

AÑO	PRECIPITACIÓN MÁXIMA (mm/24h)
1985	74
1986	105
1987	75
1988	63,9
1989	90
1990	62,3
1991	49,1
1992	75,9
1993	47,8
1994	69,5
1995	86,6
1996	85,7
1997	71,5
1998	59,3
1999	61,3
2000	65,1
2001	102
2002	82,5
2003	58,3
2004	66
2005	84,5
2006	88,6
2007	49,1
2008	67,5
2009	59,2
2010	67,2
2011	73,5
2012	43,3
2013	64,9
2014	33,1

SERIE ORDENADA			VALORES CALCULADOS						
Nº ORDEN	PRECIPITACIÓN MÁXIMA (mm/24h)	P. RETORNO T (años)	PROBABILIDAD INTRINSECA	VARIABLE REDUCIDA	h(x)	f(x)	L f(x)	F(x)	P. RETORNO T (años)
1	33,1	1,00	3,23	-1,23	0,00085	0,00029	-8,1553	0,0004	1,0
2	43,3	1,03	6,45	-1,01	0,00032	0,00919	-4,6898	0,0352	1,0
3	47,8	1,07	9,68	-0,85	0,00022	0,01650	-4,1041	0,0931	1,1
4	49,1	1,11	12,90	-0,72	0,00020	0,01842	-3,9942	0,1158	1,1
5	49,1	1,15	16,13	-0,60	0,00020	0,01842	-3,9942	0,1158	1,1
6	58,3	1,20	19,35	-0,50	0,00010	0,02497	-3,6902	0,3255	1,5
7	59,2	1,25	22,58	-0,40	0,00009	0,02493	-3,6917	0,3480	1,5
8	59,3	1,30	25,81	-0,30	0,00009	0,02492	-3,6921	0,3505	1,5
9	61,3	1,36	29,03	-0,21	0,00008	0,02449	-3,7096	0,4000	1,7
10	62,3	1,43	32,26	-0,12	0,00007	0,02413	-3,7244	0,4243	1,7
11	63,9	1,50	35,48	-0,04	0,00006	0,02339	-3,7555	0,4623	1,9
12	64,9	1,58	38,71	0,05	0,00006	0,02284	-3,7791	0,4854	1,9
13	65,1	1,67	41,94	0,14	0,00006	0,02273	-3,7841	0,4900	2,0
14	66	1,76	45,16	0,23	0,00005	0,02219	-3,8083	0,5102	2,0
15	67,2	1,88	48,39	0,32	0,00005	0,02142	-3,8436	0,5364	2,2
16	67,5	2,00	51,61	0,41	0,00005	0,02122	-3,8530	0,5428	2,2
17	69,5	2,14	54,84	0,51	0,00004	0,01983	-3,9204	0,5838	2,4
18	71,5	2,31	58,06	0,61	0,00004	0,01840	-3,9952	0,6221	2,6
19	73,5	2,50	61,29	0,71	0,00003	0,01697	-4,0763	0,6574	2,9
20	74	2,73	64,52	0,82	0,00003	0,01662	-4,0974	0,6658	3,0
21	75	3,00	67,74	0,94	0,00003	0,01591	-4,1406	0,6821	3,1
22	75,9	3,33	70,97	1,07	0,00003	0,01529	-4,1803	0,6961	3,3
23	82,5	3,75	74,19	1,21	0,00002	0,01118	-4,4934	0,7830	4,6
24	84,5	4,29	77,42	1,36	0,00002	0,01012	-4,5937	0,8043	5,1
25	85,7	5,00	80,65	1,54	0,00001	0,00952	-4,6547	0,8161	5,4
26	86,6	6,00	83,87	1,74	0,00001	0,00909	-4,7008	0,8245	5,7
27	88,6	7,50	87,10	1,98	0,00001	0,00820	-4,8041	0,8417	6,3
28	90	10,00	90,32	2,28	0,00001	0,00762	-4,8771	0,8528	6,8
29	102	15,00	93,55	2,71	0,00001	0,00404	-5,5121	0,9205	12,6
30	105	30,00	96,77	3,42	0,00000	0,00344	-5,6712	0,9317	14,6

DATOS	
N=	30
a	1,348
k	806,60
L	-99,767

PERÍODO DE RETORNO (años)	PRECIPITACIÓN (mm)
2	65,5
5	84,1
10	97,5
25	115,8
50	130,2
100	145,4
200	161,2
500	183,3
1000	200,9

DATOS		VARIABLE REDUCIDA		PARÁMETROS	
Nº DATOS	30	Nº DATOS	30	C.CORRE	0,940119011
MEDIA	69,39	MEDIA	0,080749765	BETA	67,520
DESV. TÍPICA	16,35459674	DESV. TÍPICA	0,706241097	ALFA	0,043163028

PRUEBA ESTADÍSTICA χ^2 EN LA SERIE

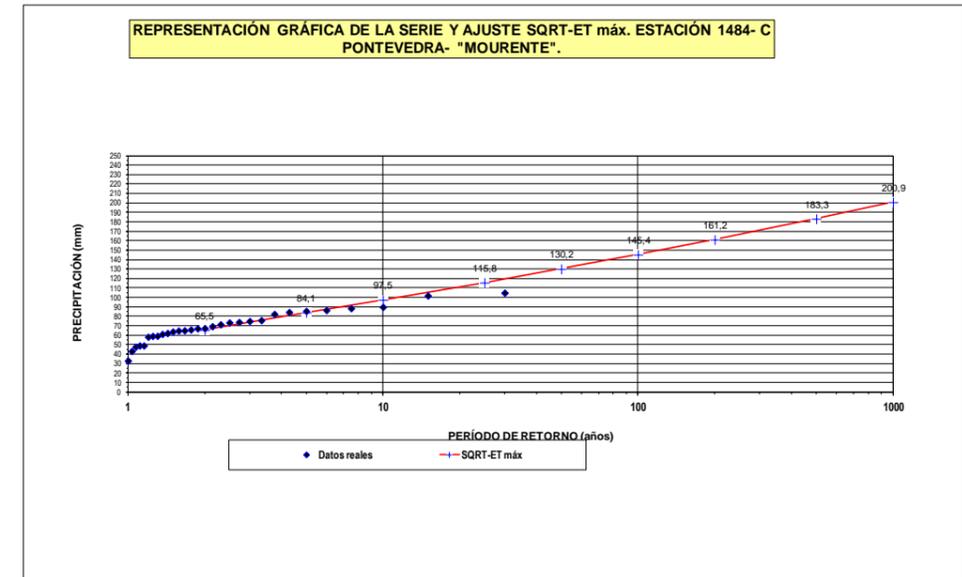
Nº INTERVALOS= 7
Nº DE GRADOS DE LIBERTAD $n = k - 1 = 7 - 1 = 6$
NIVEL DE CONFIANZA= 95%

7
4
95%

INTERVALO (k)	Nº OBSERV. (O _i)	PROBABILIDAD OBSERVADA (O _i /Nº DATOS)	PROBABILIDAD ESPERADA (F(x _i)=EXP(-EXP(-a(x-b))))	χ^2 ((O _i -E _i) ² /E _i)
hasta 50	5	0,559	0,119	14,610
50-55	0	0,000	0,180	1,606
55-60	3	0,335	0,251	0,257
60-65	4	0,447	0,328	0,389
65-70	5	0,559	0,407	0,507
70-75	3	0,335	0,485	0,411
Mayor de 75	10	1,118	0,769	41,419
χ^2 muestral				-23,640
Función χ^2 (95%)				14,1

x	E _i	(O _i -E _i)
50	1,0617	3,9383
55	1,6059	-1,6059
60	2,2415	0,7585
65	2,9324	1,0676
70	3,6413	1,3587
75	4,3354	-1,3354
	6,8759	16,8759

El valor muestral es menor que la función.
El ajuste se considera ADECUADO para el nivel de confianza exigido.



APÉNDICE Nº 4: POLIGONOS DE THIESSEN (E: 1/12.500)

APÉNDICE Nº 5: PLANO DE CUENCAS

PLANO CUENCAS E 1/2.000

APÉNDICE Nº 6: USOS DEL SUELO

USOS DEL SUELO E 1/2.000
