

CÓDIGO	UTM X	UTM Y	PROFUNDIDAD	MUNICIPIO	CODIGO MASA	DENOMINACIÓN MASA DE AGUA SUBTERRÁNEA	RED
PZ.02.59.006	231565	4502242	75	SA.Puebla de Yeltes	400059	La Fuente de San Esteban	Red actual
PZ.02.64.001	330007	4493565	201	AV.Muñana	400064	Valle de Amblés	Red actual
PZ.02.64.002	342586	4494281	125	AV.Niharra	400064	Valle de Amblés	Red actual
PZ.02.64.004	357320	4500826	120	AV.Avila	400064	Valle de Amblés	Red actual
PZ.02.64.005	358942	4500253	150	AV.Avila	400064	Valle de Amblés	Red actual
PZ.02.66.001	296980	4484950	389	AV.Santa Maria del Berrocal	400066	Valdecorneja	Red actual
PZ.02.67.001	325400	4622356	240	VA.Castromonte	400067	Terciario detrítico bajo los páramos	Red actual
PZ.02.67.002	356086	4622510	205	VA.Mucientes	400067	Terciario detrítico bajo los páramos	Red actual
PZ.02.67.003	360122	4620641	125	VA.Santovenia de Pisuerga	400067	Terciario detrítico bajo los páramos	Red actual
PZ.02.67.004	373068	4629998	303	VA.Valoria la Buena	400067	Terciario detrítico bajo los páramos	Red actual
PZ.02.67.005	386157	4630811	310	PA.Alba de Cerrato	400067	Terciario detrítico bajo los páramos	Red actual
PZ.02.67.007	399709	4628633	265	PA.Hermedes de Cerrato	400067	Terciario detrítico bajo los páramos	Red actual
PZ.02.67.008	414568	4629118	315	BU.Tortoles de Esgueva	400067	Terciario detrítico bajo los páramos	Red actual
PZ.02.67.009	407550	4624525	534	VA.Encinas de Esgueva	400067	Terciario detrítico bajo los páramos	Red actual
PZ.02.67.010	394650	4622550	450	VA.Villaco	400067	Terciario detrítico bajo los páramos	Red actual
PZ.02.67.011	386650	4621700	308	VA.Esguevillas de Esgueva	400067	Terciario detrítico bajo los páramos	Red actual
PZ.02.67.012	377050	4617650	504	VA.Villanueva de los Infantes	400067	Terciario detrítico bajo los páramos	Red actual
PZ.02.67.013	371500	4615025	250	VA.Villarmentero de Esgueva	400067	Terciario detrítico bajo los páramos	Red actual
PZ.02.67.014	364434	4613529	230	VA.Renedo	400067	Terciario detrítico bajo los páramos	Red actual
PZ.02.67.016	352962	4604658	187	VA.Valladolid	400067	Terciario detrítico bajo los páramos	Red actual
PZ.02.67.017	378059	4604940	190	VA.Traspinedo	400067	Terciario detrítico bajo los páramos	Red actual
PZ.02.67.019	409433	4604795	364	VA.Peñafiel	400067	Terciario detrítico bajo los páramos	Red actual
PZ.02.67.021	355275	4642879	149	PA.Ampudia	400067	Terciario detrítico bajo los páramos	Red actual
PZ.02.67.023	409427	4604787	103	VA.Peñafiel	400067	Terciario detrítico bajo los páramos	Red actual
PC.02.08.001	317350	4721345	10	LE.Gradefes	400008	Aluvial del Esla	Futura
PC.02.08.005	289482	4716889	10	LE.Leon	400008	Aluvial del Esla	Futura
PC.02.08.006	291380	4702657	14	LE.Campo De Villavidel	400008	Aluvial del Esla	Futura
PC.02.08.007	291120	4686857	10	LE.Valencia De Don Juan	400008	Aluvial del Esla	Futura
PC.02.08.008	287861	4672885	10	LE.Villamandos	400008	Aluvial del Esla	Futura
PC.02.08.010	276350	4652911	14	ZA.Santa Cristina de La Polvorosa	400008	Aluvial del Esla	Futura
PC.02.08.011	272495	4641937	11	ZA.Bretocino	400008	Aluvial del Esla	Futura

CÓDIGO	UTM X	UTM Y	PROFUNDIDAD	MUNICIPIO	CODIGO MASA	DENOMINACIÓN MASA DE AGUA SUBTERRÁNEA	RED
PC.02.08.012	252800	4652816	9	ZA.Santa Croya de Tera	400008	Aluvial del Esla	Futura
PC.02.11.001	251228	4705304	10	LE.San Justo de La Vega	400011	Aluvial del Órbigo	Futura
PC.02.11.002	263131	4706236	10	LE.Hospital de Orbigo	400011	Aluvial del Órbigo	Futura
PC.02.11.004	262940	4688504	12	LE.Soto de La Vega	400011	Aluvial del Órbigo	Futura
PC.02.11.005	253137	4675933	9	LE.Castrocalbon	400011	Aluvial del Órbigo	Futura
PC.02.11.006	269794	4661723	10	ZA.Morales de Rey	400011	Aluvial del Órbigo	Futura
PC.02.15.002	272005	4711837	15	LE.Villadangos del Paramo	400015	Raña del Órbigo	Futura
PC.02.20.001	426228	4680300	8	BU.Estepar	400020	Aluviales del Pisuerga-Arlanzón	Futura
PC.02.20.003	404638	4661126	9	PA.Palenzuela	400020	Aluviales del Pisuerga-Arlanzón	Futura
PC.02.20.004	391564	4654611	11	PA.Torquemada	400020	Aluviales del Pisuerga-Arlanzón	Futura
PC.02.20.006	373666	4668127	8	PA.Ribas de Campos	400020	Aluviales del Pisuerga-Arlanzón	Futura
PC.02.20.007	374695	4648140	8	PA.Villamuriel de Cerrato	400020	Aluviales del Pisuerga-Arlanzón	Futura
PC.02.20.008	372725	4636775	11	PA.Dueñas	400020	Aluviales del Pisuerga-Arlanzón	Futura
PC.02.20.009	358969	4616883	12	VA.Santovenia de Pisuerga	400020	Aluviales del Pisuerga-Arlanzón	Futura
PC.02.38.018	341369	4597224	20	VA.San Miguel del Pino	400038	Tordesillas	Futura
PC.02.38.019	308088	4592482	22	VA.San Roman de Hornija	400038	Tordesillas	Futura
PC.02.39.004	354330	4602379	12	VA.Laguna de Duero	400039	Aluvial del Duero: Aranda-Tordesillas	Futura
PC.02.39.006	377717	4604600	10	VA.Traspinedo	400039	Aluvial del Duero: Aranda-Tordesillas	Futura
PC.02.39.007	398827	4608740	9	VA.Quintanilla de Arriba	400039	Aluvial del Duero: Aranda-Tordesillas	Futura
PC.02.39.008	406383	4604267	10	VA.Peñafiel	400039	Aluvial del Duero: Aranda-Tordesillas	Futura
PC.02.39.010	427344	4615482	11	BU.Berlangas de Roa	400039	Aluvial del Duero: Aranda-Tordesillas	Futura
PC.02.39.011	445666	4610831	10	BU.Fresnillo de Las Dueñas	400039	Aluvial del Duero: Aranda-Tordesillas	Futura
PC.02.41.001	278510	4607506	10	ZA.Molacillos	400041	Aluvial del Duero: Tordesillas-Zamora	Futura
PC.02.41.002	275892	4598554	12	ZA.Zamora	400041	Aluvial del Duero: Tordesillas-Zamora	Futura
PC.02.41.008	282905	4597327	12	ZA.Villalazán	400041	Aluvial del Duero: Tordesillas-Zamora	Futura
PC.02.41.010	331524	4595714	13	VA.Tordesillas	400041	Aluvial del Duero: Tordesillas-Zamora	Futura
PC.02.47.063	302997	4595808	23	ZA.Toro	400047	Medina del Campo	Futura
PC.02.48.014	279695	4597557	17	ZA.Villalarbo	400048	Tierra del Vino	Futura
PC.02.67.022	414086	4607289	20	VA.Castrillo de Duero	400067	Terciario detrítico bajo los páramos	Futura
PZ..02.63.001	185753	4497786	50	SA.Espeja	400063	Ciudad Rodrigo	Futura
PZ..02.65.001	207131	4491341	82	SA.Zamarra	400065	Las Batuecas	Futura

CÓDIGO	UTM X	UTM Y	PROFUNDIDAD	MUNICIPIO	CODIGO MASA	DENOMINACIÓN MASA DE AGUA SUBTERRÁNEA	RED
PZ..02.65.002	195674	4486611	91	SA.El Bodon	400065	Las Batuecas	Futura
PZ.02.01.001	303319	4761485	80	LE.Valdelugeros	400001	Guardo	Futura
PZ.02.01.002	286576	4743806	125	LE.La Robla	400001	Guardo	Futura
PZ.02.01.004	325487	4752682	125	LE.Cremenes	400001	Guardo	Futura
PZ.02.01.005	334640	4739322	70	LE.Prado de La Guzpeña	400001	Guardo	Futura
PZ.02.02.001	260653	4739987	120	LE.Riello	400002	La Pola de Gordón	Futura
PZ.02.02.002	263652	4740298	150	LE.Soto y Amio	400002	La Pola de Gordón	Futura
PZ.02.03.001	357828	4750570	100	PA.Velilla del Rio Carrion	400003	Cervera de Pisuerga	Futura
PZ.02.04.001	384003	4743849	125	PA.Cervera de Pisuerga	400004	Quintanilla-Peñahoradada	Futura
PZ.02.04.002	396972	4739806	80	PA.Aguilar de Campoo	400004	Quintanilla-Peñahoradada	Futura
PZ.02.04.003	394644	4738405	100	PA.Aguilar de Campoo	400004	Quintanilla-Peñahoradada	Futura
PZ.02.04.005	427781	4715321	100	BU.Villadiego	400004	Quintanilla-Peñahoradada	Futura
PZ.02.05.001	260279	4697853	350	LE.San Cristobal de La Polantera	400005	Terciario y Cuaternario del Tuerto-Esla	Futura
PZ.02.06.014	397341	4671359	300	PA.Astudillo	400006	Valdavia	Futura
PZ.02.10.007	361266	4669901	126	PA.Paredes de Nava	400010	Carrión	Futura
PZ.02.10.008	361678	4668945	378	PA.Paredes de Nava	400010	Carrión	Futura
PZ.02.12.001	238320	4703676	70	LE.Santa Colomba de Somoza	400012	La Maragatería	Futura
PZ.02.12.002	220674	4684032	60	LE.Truchas	400012	La Maragatería	Futura
PZ.02.14.002	408499	4701939	120	BU.Villamayor de Treviño	400014	Villadiego	Futura
PZ.02.14.003	408499	4701955	300	BU.Villamayor de Treviño	400014	Villadiego	Futura
PZ.02.16.010	412879	4674100	300	BU.Balbases (Los)	400016	Castrojeriz	Futura
PZ.02.17.001	449669	4686973	9	BU.Cardeñajimeno	400017	Burgos	Futura
PZ.02.17.009	433567	4654848	9	BU.Santa Cecilia	400017	Burgos	Futura
PZ.02.21.001	475927	4673101	80	BU.Pineda de La Sierra	400021	Sierra de la Demanda	Futura
PZ.02.21.002	487171	4666512	75	BU.Barbadillo de Herreros	400021	Sierra de la Demanda	Futura
PZ.02.22.001	189149	4659878	35	ZA.Requejo	400022	Sanabria	Futura
PZ.02.22.002	198389	4661667	72	ZA.Puebla de Sanabria	400022	Sanabria	Futura
PZ.02.22.003	215735	4654771	59	ZA.Manzanal de Arriba	400022	Sanabria	Futura
PZ.02.22.004	227465	4647145	59	ZA.Villardecervos	400022	Sanabria	Futura
PZ.02.23.001	143086	4648608	82	OU.Vilardevós	400023	Vilardevós-Laza	Futura
PZ.02.24.005	270666	4639680	80	ZA.Bretocino	400024	Valle del Tera	Futura

CÓDIGO	UTM X	UTM Y	PROFUNDIDAD	MUNICIPIO	CODIGO MASA	DENOMINACIÓN MASA DE AGUA SUBTERRÁNEA	RED
PZ.02.27.001	478618	4651069	100	BU.Salas de Los Infantes	400027	Sierra de Cameros	Futura
PZ.02.27.002	474429	4641390	200	BU.Pinilla de Los Barruecos	400027	Sierra de Cameros	Futura
PZ.02.27.003	495890	4647769	300	BU.Quintanar de La Sierra	400027	Sierra de Cameros	Futura
PZ.02.27.004	520836	4640041	150	SO.Vinuesa	400027	Sierra de Cameros	Futura
PZ.02.27.005	545290	4644643	75	SO.Almarza	400027	Sierra de Cameros	Futura
PZ.02.27.006	557683	4635811	175	SO.Cirujales del Rio	400027	Sierra de Cameros	Futura
PZ.02.28.001	129967	4647429	10	OU.Oimbra	400028	Verín	Futura
PZ.02.30.001	420959	4650060	350	BU.Royuela de Río Franco	400030	Aranda de Duero	Futura
PZ.02.30.012	457191	4613905	120	BU.San Juan del Monte	400030	Aranda de Duero	Futura
PZ.02.30.013	457191	4613905	325	BU.San Juan del Monte	400030	Aranda de Duero	Futura
PZ.02.32.004	337237	4613388	25	VA.Castrodeza	400032	Páramo de Torozos	Futura
PZ.02.33.001	219435	4640186	80	ZA.MahidE	400033	Aliste	Futura
PZ.02.33.002	219218	4623487	82	ZA.Alcañices	400033	Aliste	Futura
PZ.02.33.003	244217	4629842	71	ZA.Ferreruela de Tabara	400033	Aliste	Futura
PZ.02.33.004	250498	4616787	102	ZA.Carbajales de Alba	400033	Aliste	Futura
PZ.02.37.004	506926	4609649	250	SO.Burgo de Osma (El)	400037	Cuenca de Almazán	Futura
PZ.02.38.006	303651	4604229	200	ZA.Villavendimio	400038	Tordesillas	Futura
PZ.02.38.015	333699	4597490	200	VA.Tordesillas	400038	Tordesillas	Futura
PZ.02.39.002	380778	4607600	15	VA.Sardón de Duero	400039	Aluvial del Duero: Aranda-Tordesillas	Futura
PZ.02.39.005	364435	4613312	14	VA.Renedo de Esgueva	400039	Aluvial del Duero: Aranda-Tordesillas	Futura
PZ.02.40.001	252667	4595550	70	ZA.Villaseco	400040	Sayago	Futura
PZ.02.40.002	236426	4597968	105	ZA.Moralina	400040	Sayago	Futura
PZ.02.40.003	239548	4584486	82	ZA.Bermillo de Sayago	400040	Sayago	Futura
PZ.02.40.004	215858	4580272	80	ZA.Fermoselle	400040	Sayago	Futura
PZ.02.40.005	248225	4552699	70	SA.Ledesma	400040	Sayago	Futura
PZ.02.41.004	294171	4596941	11	ZA.Peleagonzalo	400041	Aluvial del Duero: Tordesillas-Zamora	Futura
PZ.02.41.007	309905	4586660	12	VA.Castronuño	400041	Aluvial del Duero: Tordesillas-Zamora	Futura
PZ.02.42.010	469624	4583468	75	SG.Ayllón	400042	Riaza	Futura
PZ.02.45.006	353462	4588844	12	VA.Matapozuelos	400045	Los Arenales	Futura
PZ.02.45.010	361872	4600731	16	VA.Aldeamayor de San Martin	400045	Los Arenales	Futura
PZ.02.45.026	386026	4576515	11	SG.Cuellar	400045	Los Arenales	Futura

CÓDIGO	UTM X	UTM Y	PROFUNDIDAD	MUNICIPIO	CODIGO MASA	DENOMINACIÓN MASA DE AGUA SUBTERRÁNEA	RED
PZ.02.45.028	360637	4561262	300	VA.Puras	400045	Los Arenales	Futura
PZ.02.45.034	363648	4547610	175	SG.Codorniz	400045	Los Arenales	Futura
PZ.02.45.035	363643	4547595	380	SG.Codorniz	400045	Los Arenales	Futura
PZ.02.45.040	365793	4604127	25	VA.Tudela de Duero	400045	Los Arenales	Futura
PZ.02.47.003	350912	4585774	400	VA.Matapozuelos	400047	Medina del Campo	Futura
PZ.02.47.012	324904	4579008	450	VA.Nava del Rey	400047	Medina del Campo	Futura
PZ.02.47.019	310935	4560524	425	SA.Tarazona de Guareña	400047	Medina del Campo	Futura
PZ.02.47.026	344992	4575822	325	VA.Pozal de Gallinas	400047	Medina del Campo	Futura
PZ.02.47.032	318624	4569152	550	VA.Castrejon	400047	Medina del Campo	Futura
PZ.02.47.033	314275	4566237	338	VA.Torrecilla de La Orden	400047	Medina del Campo	Futura
PZ.02.47.035	318956	4555477	350	SA.Cantalapiedra	400047	Medina del Campo	Futura
PZ.02.47.044	342053	4553935	16	VA.Salvador de Zapardiel	400047	Medina del Campo	Futura
PZ.02.47.047	349348	4555360	500	AV.Palacios de Goda	400047	Medina del Campo	Futura
PZ.02.47.057	340477	4546981	350	AV.Barroman	400047	Medina del Campo	Futura
PZ.02.48.002	295310	4589483	250	ZA.Valdefinjas	400048	Tierra del Vino	Futura
PZ.02.48.009	295800	4558494	422	SA.Parada de Rubiales	400048	Tierra del Vino	Futura
PZ.02.48.013	303251	4572976	12	ZA.Vadillo de La Guareña	400048	Tierra del Vino	Futura
PZ.02.49.004	442147	4581600	200	SG.Navares de Ayuso	400049	Ayllón	Futura
PZ.02.52.015	291680	4538983	12	SA.Huerta	400052	Salamanca	Futura
PZ.02.52.016	298273	4540745	318	SA.Villoruela	400052	Salamanca	Futura
PZ.02.52.027	284741	4517145	11	SA.Encinas de Arriba	400052	Salamanca	Futura
PZ.02.52.028	283379	4517019	60	SA.Encinas de Arriba	400052	Salamanca	Futura
PZ.02.53.001	196711	4569975	90	SA.Aldeadavila de La Ribera	400053	Vitigudino	Futura
PZ.02.53.002	198569	4555201	114	SA.Milano, El	400053	Vitigudino	Futura
PZ.02.53.003	187575	4541057	71	SA.Lumbrales	400053	Vitigudino	Futura
PZ.02.53.004	206509	4541090	90	SA.Yecla de Yeltes	400053	Vitigudino	Futura
PZ.02.53.005	229679	4531202	84	SA.Pelarrodriguez	400053	Vitigudino	Futura
PZ.02.53.006	191370	4513683	81	SA.Castillejo de Martin Viejo	400053	Vitigudino	Futura
PZ.02.54.001	418894	4549710	70	SG.Turegano	400054	Guadarrama-Somosierra	Futura
PZ.02.54.002	414345	4538462	81	SG.Torrecaballeros	400054	Guadarrama-Somosierra	Futura
PZ.02.55.001	420797	4560831	12	SG.Puebla de Pedraza	400055	Cantimpalos	Futura

CÓDIGO	UTM X	UTM Y	PROFUNDIDAD	MUNICIPIO	CODIGO MASA	DENOMINACIÓN MASA DE AGUA SUBTERRÁNEA	RED
PZ.02.55.014	388217	4554281	61	SG.Bernardos	400055	Cantimpalos	Futura
PZ.02.55.017	396118	4540404	25	SG.Huertos (Los)	400055	Cantimpalos	Futura
PZ.02.55.025	371749	4519155	200	AV.Maello	400055	Cantimpalos	Futura
PZ.02.56.001	438901	4562403	100	SG.Castroserna de Abajo	400056	Prádena	Futura
PZ.02.58.001	269755	4520475	104	SA.San Pedro de Rozados	400058	Campo Charro	Futura
PZ.02.58.002	281260	4524156	74	SA.Valdemierque	400058	Campo Charro	Futura
PZ.02.58.003	274681	4493537	104	SA.Guijuelo	400058	Campo Charro	Futura
PZ.02.60.001	321350	4509278	102	AV.Gallegos de Sobrinos	400060	Gredos	Futura
PZ.02.60.002	302961	4497673	70	AV.Zapardiel de La Cañada	400060	Gredos	Futura
PZ.02.60.003	311463	4485698	80	AV.Villafranca de La Sierra	400060	Gredos	Futura
PZ.02.60.004	302468	4468515	60	AV.Zapardiel de La Ribera	400060	Gredos	Futura
PZ.02.60.005	286357	4471850	90	AV.Barco de Avila (El)	400060	Gredos	Futura
PZ.02.61.001	338197	4503335	81	AV.Sanchorreja	400061	Sierra de Ávila	Futura
PZ.02.61.002	355810	4503124	88	AV.Avila	400061	Sierra de Ávila	Futura
PZ.02.61.003	386114	4512005	70	SG.Navas de San Antonio	400061	Sierra de Ávila	Futura
PZ.02.67.006	394807	4644966	380	PA.Baltanas	400067	Terciario detrítico bajo los páramos	Futura
PZ.02.67.018	388166	4593148	360	VA.Torrescarcela	400067	Terciario detrítico bajo los páramos	Futura
PZ.02.67.020	341097	4615835	302	VA.Wamba	400067	Terciario detrítico bajo los páramos	Futura

Tabla 13. Puntos de control piezométrico

5.1.4. Evaporación en embalses

5.1.4.1. Objetivo

El objetivo de este estudio consiste en determinar la evaporación previsible en cualquiera de los embalses de la Demarcación Hidrográfica del Duero en su parte española, a partir de una correlación con algún parámetro determinado representativo.

De entre los numerosos parámetros que pudieran tomarse se ha decidido considerar la cota sobre el nivel del mar de cada embalse. Es este un parámetro del que se tiene registro para todos los embalses de la cuenca, y que en cierta medida engloba una serie de características como pueden ser la presión atmosférica, y la radiación solar por ejemplo, parámetros éstos de los que depende en gran medida la evaporación, pero de los que no se dispone datos en la mayoría de los casos.

5.1.4.2. Descripción del problema

La determinación de la evaporación producida en un embalse es un problema de difícil solución por la multitud de variables que intervienen en el proceso y por la interdependencia a su vez entre estas variables.

Se ha comprobado por ejemplo que diferentes superficies evaporatorias, aún colocadas en igualdad de condiciones, no consumen igual cantidad de agua. Este hecho es del todo normal, puesto que el fenómeno que se trata de medir no es en realidad asimilable, ni a la presión, ni a la temperatura, ni a la lluvia. Así por ejemplo, la presión depende de los movimientos de las grandes masas de aire, que también influyen sobre la temperatura, la cual viene a su vez determinada por la radiación solar.

Por otra parte, la evaporación tiene lugar sobre una gran superficie (la del propio embalse) alterándose la humedad de las capas de aire en contacto con el embalse, con lo cual el fenómeno tiende a modificarse a sí mismo, por tanto no es aquí aplicable una regularidad propia de otros fenómenos.

Ya estableció Charles Alfred Argot, destacado meteorólogo que *“cada masa de agua tiene, por decirlo así, su evaporación propia, y eso quita toda generalidad a los resultados”*.

5.1.4.3. Datos disponibles. Evaporímetros.

Los embalses de los que se dispone datos de evaporación en evaporímetro tipo tanque clase A, son los siguientes:

- | | | |
|---------------------------------------|--|------------------------------------|
| <input type="radio"/> Águeda | <input type="radio"/> Compuerto | <input type="radio"/> Requejada |
| <input type="radio"/> Aguilar | <input type="radio"/> Cuerda del Pozo | <input type="radio"/> Riaño |
| <input type="radio"/> Arlanzón | <input type="radio"/> Las Cogotas | <input type="radio"/> Santa Teresa |
| <input type="radio"/> Barrios de Luna | <input type="radio"/> Linares del Arroyo | <input type="radio"/> Úzquiza |
| <input type="radio"/> Camporredondo | <input type="radio"/> Pontón alto | <input type="radio"/> Villameca |
| <input type="radio"/> Cervera-Ruesga | <input type="radio"/> Porma | |

Se incluye a continuación un mapa de la cuenca del Duero en la que se puede apreciar la distribución espacial de dichos embalses. Se indican en texto rojo aquellos de los que se dispone de series de evaporación en Tanque A.

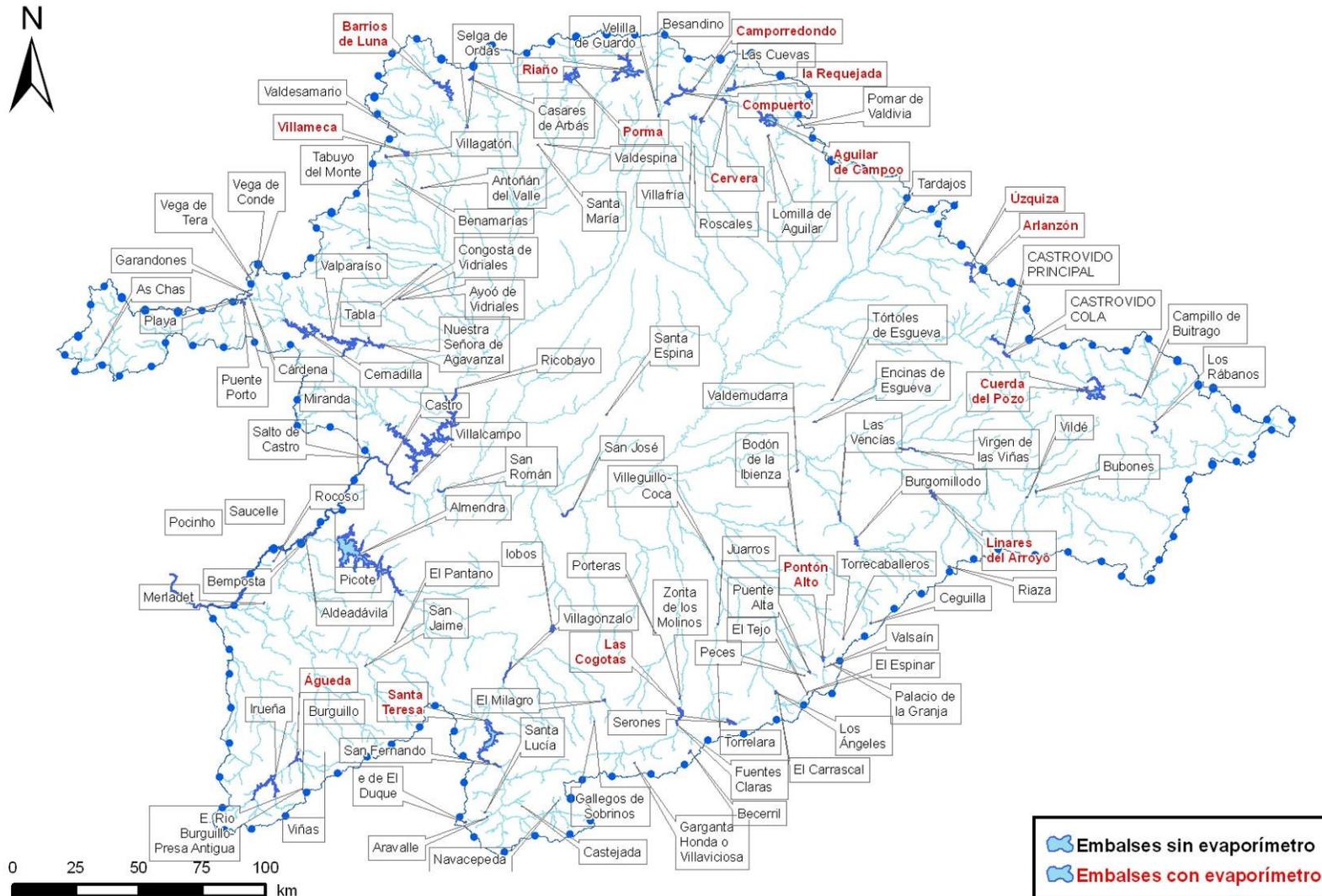


Figura 12. Ubicación de los principales embalses de la cuenca del Duero

Como se aprecia en el mapa, los embalses de los que se dispone de datos cubren la parte exterior de la cuenca del Duero, a excepción de la zona oeste, por tanto, la extrapolación de datos en esta zona puede presentar deficiencias importantes, puesto que no se dispone de datos de contraste cercanos.

Los datos disponibles de los embalses anteriores proceden de evaporímetros tipo tanque clase A. Existe una relación entre los valores obtenidos en este tipo de evaporímetros y los reales del embalse, se habla del factor de tanque o constante del tanque. Este factor considera que la evaporación en un pequeño tanque no es en ningún caso igual a la del embalse al que representa, puesto que las condiciones de insolación, viento, temperatura del agua, etc, son diferentes.

La evaporación de un tanque resulta siempre mayor que la del embalse, y la relación entre ambos está en el entorno de 0,7 a 0,9. Sería necesario analizar individualmente cada embalse para poder obtener el coeficiente que más se ajusta a la realidad del fenómeno.

En el artículo de José Ramón Témez Peláez “Consideraciones prácticas sobre la evaporación en los embalses de la España Peninsular”, publicado en el número 3476 de la Revista de Obras Públicas, en 2007, se dan unos valores de este coeficiente de tanque para muchos de los embalses anteriormente enumerados. Se han considerado dichos valores para la realización de este estudio, y se ha extrapolado, tomando como base los de Témez, en aquellos embalses de los que no se disponía de coeficiente.

Por otro lado, la parte interior de la cuenca, tampoco dispone de datos. Para cubrir estas lagunas, se dispone de datos de evaporímetros tipo Piché situados en estaciones meteorológicas de capitales de provincia.

Los evaporímetros tipo Piché están basados en las superficies cerámicas o de papel húmedo, es decir, de lo que se trata es de humedecer permanentemente una superficie cerámica o un papel de filtro expuesto al aire. La evaporación produce el secado de la cerámica o del papel y como consecuencia una succión del agua del depósito, pudiéndose de esta manera determinar la evaporación.

El evaporímetro Piché suele situarse en el interior de una garita meteorológica. Algunas correlaciones entre evaporímetro Piché y estanque flotante obligan a multiplicar las medidas del Piché por 0,8 para igualar a las del estanque, otros autores dan valores de entre 0,45 y 0,60 para el mismo coeficiente. Esto pone de manifiesto que el evaporímetro Piché da grandes errores, así pues habrá que tomar con ciertas precauciones los valores registrados en estas estaciones meteorológicas. No en vano, hoy en día se acepta con práctica unanimidad que el evaporímetro Piché, es sencillo en uso y económico, pero poco representativo de la evaporación.

Las estaciones meteorológicas de las capitales de provincia a las que se ha hecho referencia son las siguientes:

- Ávila (Observatorio)
- Burgos (Villafría)
- León (Virgen del Camino)
- Navacerrada (Puerto)
- Salamanca (Matacán)
- Segovia (Observatorio)
- Soria (Observatorio)
- Valladolid (Observatorio)
- Valladolid (Villanubla)
- Zamora (Observatorio)

Evaporación (mm)	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	AÑO
Ávila (Observ.)	28,5	38,2	88,8	99,0	128,6	178,0	237,9	218,3	142,4	84,1	41,3	32,6	1.317,7
Burgos (Villafría)	39,3	46,1	84,2	90,3	113,0	130,6	167,6	163,6	119,9	73,6	46,1	36,4	1.110,6
León (Virgen del Camino)	29,8	48,4	80,1	80,5	105,2	122,8	156,4	148,3	107,4	63,5	44,8	49,6	1.036,9
Navacerrada (Puerto)	29,9	21,8	42,5	42,8	74,0	118,6	186,8	179,1	114,5	58,4	34,5	29,5	932,4
Salamanca (Matacán)	26,4	37,0	79,3	91,5	122,3	154,3	196,9	182,9	125,3	73,7	39,9	28,0	1.157,4
Segovia (Observ.)	50,4	63,6	113,0	111,7	144,9	208,6	276,8	271,3	174,0	111,7	60,1	53,5	1.639,7
Soria (Observ.)	31,1	38,5	70,1	89,7	120,8	146,9	201,6	194,2	134,7	83,0	48,1	32,0	1.190,7
Valladolid (Obser.)	29,6	46,4	88,3	95,1	120,2	163,9	218,9	203,5	142,2	78,7	39,4	27,5	1.253,8
Valladolid (Villanubla)	28,3	44,4	87,4	100,0	127,8	159,5	225,6	219,5	153,9	87,8	43,5	27,0	1.304,8
Zamora (Observ.)	39,3	55,2	101,1	121,6	161,9	201,5	266,4	242,4	161,6	99,2	54,2	41,4	1.545,8

Tabla 14. Datos de evaporación en evaporímetro Piché (mm)

5.1.4.4. Procedimiento operativo

5.1.4.4.1. Fundamentos

Se dispone de datos de evaporación en evaporímetros tipo tanque clase A en 17 embalses de la cuenca. Estos datos han sido convenientemente tratados y se han corregido una serie de fallos observados. Con los datos corregidos se han obtenido los promedios mensuales para toda la serie de datos anuales existentes.

A continuación se muestra una tabla resumen de todos estos valores para cada embalse, con indicación de la cota de nivel máximo normal (NMN). Se han incluido también los valores de Tanque A de la estación meteorológica de Travelo (Portugal), que se halla próxima a la de Junqueira, y cuyas coordenadas aproximadas son (41° 15' 44" N 7° 04' 35" O).

Valores Tanque A Evaporación (mm)	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	EVAP. AÑO	Cota NMN
ÁGUEDA	34,2	49,9	79,1	100,9	134,3	220,8	249,4	242,0	171,9	102,8	48,5	41,2	1475,0	636,5
AGUILAR	11,4	20,6	51,1	79,9	103,1	130,5	150,6	136,3	95,7	53,4	26,4	13,0	872,0	942,0
ARLANZÓN	23,6	22,3	56,0	71,1	99,5	127,4	140,4	137,0	102,4	73,1	37,4	24,5	914,5	1143,0
BARRIOS DE LUNA	16,2	16,7	51,0	76,7	100,3	133,2	153,7	142,4	92,9	51,9	31,1	20,1	886,1	1108,5
CAMPORREDONDO	3,5	5,8	31,4	58,7	83,4	111,3	130,7	120,6	75,8	38,8	15,0	5,4	680,3	1290,7
CERVERA-RUESGA	5,6	5,6	23,5	57,6	94,2	123,9	136,1	127,9	83,6	48,4	18,3	6,6	731,5	1041,6
COMPUERTO	2,8	10,4	48,6	71,4	104,8	148,9	168,7	151,4	92,8	48,4	19,1	6,2	873,6	1221,5
CUERDA DEL POZO	17,7	27,5	70,8	97,5	131,0	170,8	204,6	183,6	112,2	58,4	26,6	15,5	1116,1	1084,6
LAS COGOTAS	19,0	31,5	64,6	90,6	132,3	204,4	238,8	213,1	134,2	63,0	29,5	20,3	1241,2	1050,5
LINARES DEL ARROYO	37,9	48,3	100,5	118,4	144,7	192,6	244,0	227,0	149,0	83,6	53,6	36,0	1435,4	915,3
PONTÓN ALTO	10,7	14,3	59,2	94,8	127,7	222,8	255,3	238,2	159,5	76,9	23,2	16,9	1299,3	1102,0
PORMA	31,0	28,3	46,6	68,0	105,2	142,1	161,8	147,3	92,3	49,2	33,0	31,1	936,0	1095,6
REQUEJADA, LA	8,3	15,1	47,2	72,8	96,9	121,5	136,7	131,0	81,3	40,7	18,3	8,5	778,3	1082,5
RIAÑO	17,3	22,5	50,8	77,3	110,3	151,5	171,0	149,9	87,6	40,3	20,0	16,1	914,6	1100,0
SANTA TERESA	21,0	32,9	67,3	95,4	132,4	187,9	226,2	204,9	126,0	69,5	36,0	22,2	1221,6	885,7
UZQUIZA	26,4	30,4	69,3	82,6	107,6	134,7	153,1	153,8	105,6	70,6	41,4	28,0	1003,5	1092,6
VILLAMECA	28,6	30,8	43,4	59,5	100,3	129,6	154,2	140,2	95,2	50,5	33,1	25,9	891,1	1009,0
Travelo (Portugal)	35,6	49,2	91,9	123,5	173,3	215,9	282,1	264,9	188,5	102,4	49,1	29,5	1605,9	188,0

Tabla 15. Valores de evaporación en Tanque A (mm)

Se ha efectuado también una correlación cota- evaporación entre dichos valores que pone de manifiesto la mala calidad de este ajuste (coeficiente de correlación $R^2=0,5663$).

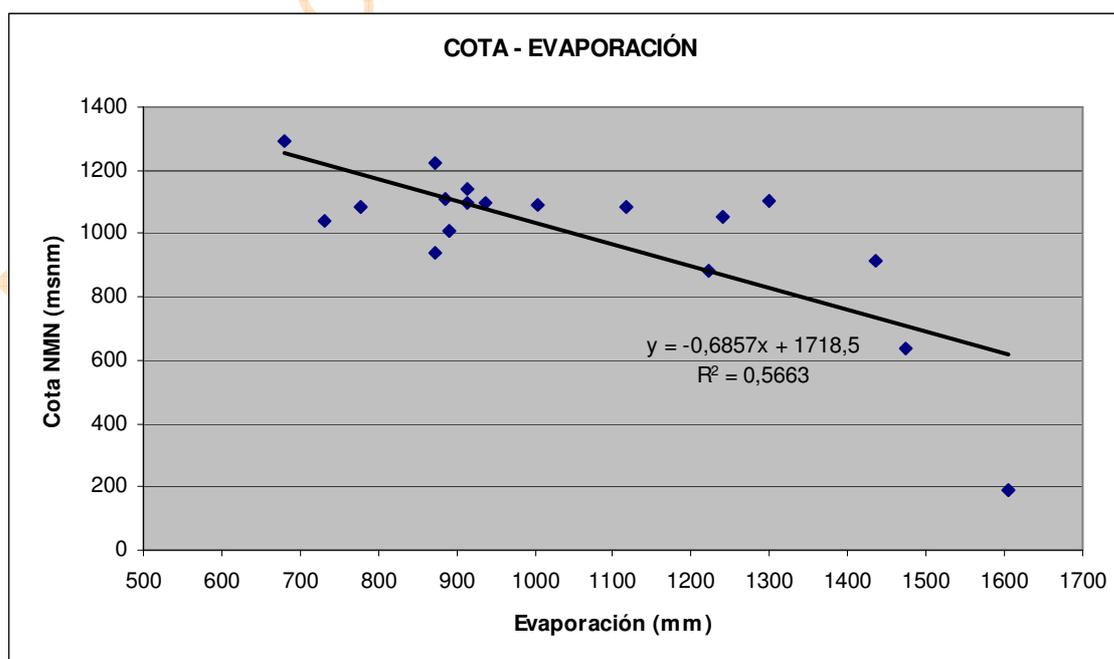


Figura 13. Correlación cota- evaporación en Tanque A

Se han tratado los valores anteriores para considerar el coeficiente de tanque. Para ello se han empleado los coeficientes propuestos por Témex en la publicación anteriormente citada. En aquellos embalses de los que no se disponía de coeficiente se ha interpolado un valor entre los embalses cercanos y de cota similar.

Se incluye a continuación la tabla correspondiente con la correlación cota- evaporación, la cual sigue siendo baja (coeficiente $R^2=0,7209$), si bien algo mejor que en el caso anterior.

Coef. corrección tanque anual	Evaporación (mm)	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	EVAP. AÑO
0,69	ÁGUEDA	23,6	34,5	54,6	69,6	92,6	152,4	172,1	167,0	118,6	71,0	33,5	28,5	1017,8
0,75	AGUILAR	8,5	15,5	38,3	59,9	77,3	97,8	112,9	102,2	71,8	40,1	19,8	9,8	654,0
0,68	ARLANZÓN	16,0	15,1	38,1	48,4	67,7	86,6	95,5	93,1	69,6	49,7	25,4	16,7	621,9
0,80	BARRIOS DE LUNA	13,0	13,4	40,8	61,3	80,3	106,6	123,0	113,9	74,3	41,5	24,9	16,1	708,9
0,86	CAMPORREDONDO	3,0	4,9	27,0	50,5	71,7	95,7	112,4	103,7	65,2	33,3	12,9	4,6	585,0
0,83	CERVERA-RUESGA	4,6	4,7	19,5	47,8	78,2	102,9	113,0	106,2	69,4	40,2	15,2	5,5	607,1
0,74	COMPUERTO	2,1	7,7	35,9	52,8	77,5	110,1	124,9	112,0	68,7	35,8	14,2	4,6	646,4
0,68	CUERDA DEL POZO	12,0	18,7	48,2	66,3	89,0	116,1	139,1	124,9	76,3	39,7	18,1	10,5	758,9
0,68	LAS COGOTAS	12,9	21,4	43,9	61,6	90,0	139,0	162,4	144,9	91,2	42,8	20,1	13,8	844,0
0,68	LINARES DEL ARROYO	25,8	32,8	68,3	80,5	98,4	130,9	165,9	154,4	101,3	56,8	36,4	24,5	976,1
0,68	PONTÓN ALTO	7,3	9,7	40,3	64,5	86,8	151,5	173,6	161,9	108,5	52,3	15,7	11,5	883,5
0,78	PORMA	24,2	22,1	36,4	53,0	82,1	110,8	126,2	114,9	72,0	38,4	25,7	24,3	730,1
0,86	REQUEJADA, LA	7,1	13,0	40,6	62,6	83,3	104,5	117,6	112,7	69,9	35,0	15,8	7,3	669,3
0,80	RIAÑO	13,8	18,0	40,6	61,8	88,3	121,2	136,8	119,9	70,1	32,3	16,0	12,9	731,7
0,69	SANTA TERESA	14,5	22,7	46,4	65,8	91,3	129,7	156,1	141,4	86,9	48,0	24,8	15,3	842,9
0,68	UZQUIZA	17,9	20,7	47,1	56,2	73,2	91,6	104,1	104,6	71,8	48,0	28,2	19,1	682,4
0,75	VILLAMECA	21,5	23,1	32,5	44,7	75,2	97,2	115,6	105,1	71,4	37,9	24,8	19,4	668,3
0,75	Travelo (Portugal)	26,7	36,9	68,9	92,6	130,0	161,9	211,6	198,7	141,4	76,8	36,8	22,1	1204,4

* En rojo, valores estimados.

Tabla 16. Valores corregidos con coeficiente de tanque Témex (mm). Valores adecuados para embalses poco profundos.

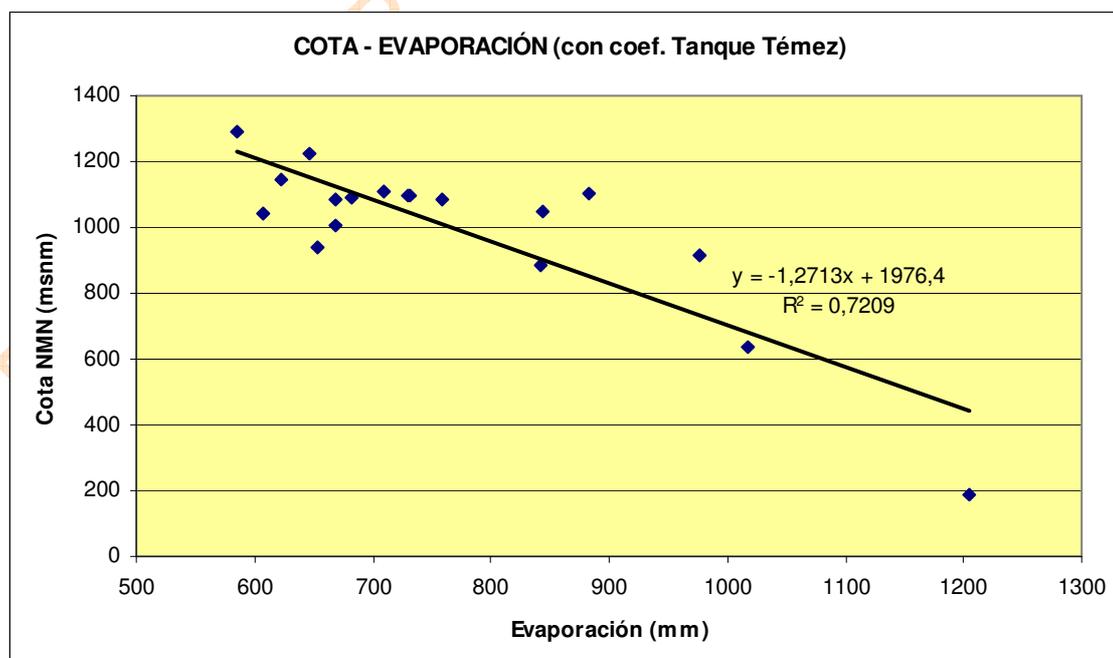


Figura 14. Correlación cota- evaporación

En embalses profundos se produce un efecto de almacenamiento de la temperatura debido a la inercia térmica, lo que se traduce en el hecho de que en meses de invierno la evaporación es mayor que en meses de verano, así por ejemplo, la evaporación en el mes de noviembre es mucho mayor que en el mes de junio.

Témez, en la publicación anteriormente citada, propone unos valores correctores mensuales para considerar este fenómeno. Estos coeficientes correctores deben aplicarse a los valores obtenidos con el coeficiente corrector de tanque de la tabla anterior.

Se muestra a continuación la tabla correspondiente a valores de evaporación en embalses profundos, así como la correlación cota- evaporación.

Coefficientes corrección tanque mensual	1,72	1,48	1,22	1,00	0,86	0,78	0,78	0,85	1,00	1,4	1,85	1,92	
Evaporación (mm)	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	EVAP. AÑO
ÁGUEDA	40,6	51,0	66,6	69,6	79,7	118,8	134,2	141,9	118,6	99,3	61,9	54,6	1036,9
AGUILAR	14,7	22,9	46,7	59,9	66,5	76,3	88,1	86,9	71,8	56,1	36,7	18,7	645,4
ARLANZÓN	27,6	22,4	46,4	48,4	58,2	67,6	74,5	79,2	69,6	69,6	47,0	32,0	642,4
BARRIOS DE LUNA	22,3	19,8	49,7	61,3	69,0	83,1	95,9	96,8	74,3	58,1	46,0	30,8	707,3
CAMPORREDONDO	5,1	7,3	32,9	50,5	61,7	74,7	87,7	88,2	65,2	46,7	23,8	8,9	552,6
CERVERA-RUESGA	8,0	6,9	23,8	47,8	67,2	80,2	88,1	90,3	69,4	56,3	28,2	10,5	576,7
COMPUERTO	3,6	11,4	43,8	52,8	66,7	85,9	97,4	95,2	68,7	50,1	26,2	8,8	610,8
CUERDA DEL POZO	20,7	27,6	58,8	66,3	76,6	90,6	108,5	106,1	76,3	55,6	33,4	20,2	740,7
LAS COGOTAS	22,3	31,7	53,6	61,6	77,4	108,4	126,6	123,2	91,2	60,0	37,1	26,5	819,5
LINARES DEL ARROYO	44,3	48,6	83,3	80,5	84,6	102,1	129,4	131,2	101,3	79,5	67,4	47,0	999,4
PONTÓN ALTO	12,5	14,4	49,1	64,5	74,7	118,2	135,4	137,7	108,5	73,2	29,1	22,0	839,2
PORMA	41,6	32,7	44,4	53,0	70,6	86,4	98,5	97,7	72,0	53,7	47,6	46,6	744,8
REQUEJADA, LA	12,2	19,2	49,5	62,6	71,6	81,5	91,7	95,8	69,9	49,1	29,1	14,1	646,3
RIAÑO	23,7	26,6	49,5	61,8	75,9	94,6	106,7	101,9	70,1	45,2	29,6	24,8	710,5
SANTA TERESA	24,9	33,6	56,6	65,8	78,5	101,1	121,8	120,2	86,9	67,1	46,0	29,4	832,0
UZQUIZA	30,8	30,6	57,5	56,2	62,9	71,4	81,2	88,9	71,8	67,3	52,1	36,6	707,3
VILLAMECA	36,9	34,2	39,7	44,7	64,7	75,8	90,2	89,4	71,4	53,0	45,9	37,3	683,0

Tabla 17. Valores corregidos con coeficientes mensuales de tanque Témez (mm). Valores adecuados para embalses profundos.

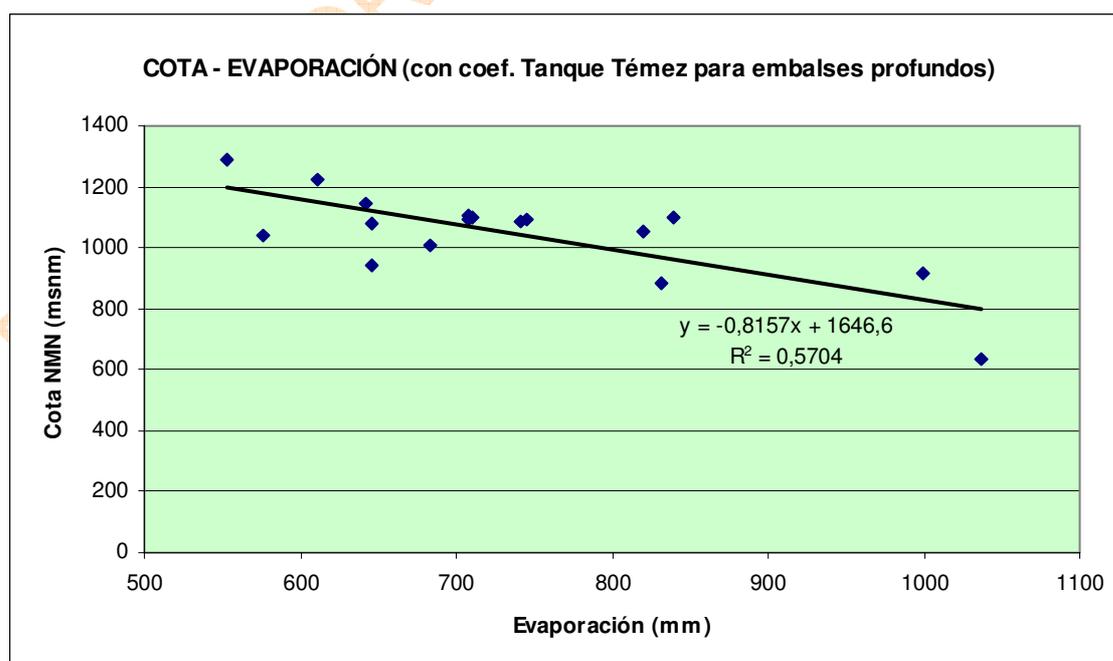


Figura 15. Correlación cota- evaporación (para embalses profundos)

5.1.4.4.2. Asignaciones

El objetivo del estudio ha sido el de fijar valores de evaporación mensuales para 100 embalses de la cuenca hidrográfica del Duero (4 de ellos futuros y 1 en construcción) a partir de los valores registrados en los 17 embalses enumerados anteriormente.

Para ello, y teniendo en cuenta la poca correlación existente entre los valores de evaporación y la cota correspondiente, se ha procedido a asignar los valores de evaporación registrados en los embalses (con sus coeficientes correspondientes) a embalses cercanos y de cotas similares.

El hecho de obtener valores bajos de correlación es totalmente lógico, puesto que la evaporación depende también de la latitud y en la correlación anterior no se ha distinguido entre embalses de latitud similar, debido fundamentalmente al escaso número de embalses con datos.

La mayor parte de los embalses de la cuenca han podido asignarse a embalses cercanos de cotas similares. De hecho, tan solo ha sido necesario un estudio especial con los embalses ubicados en la parte central de la zona oeste de la cuenca, puesto que en esa zona hay una ausencia total de embalses de referencia con datos de evaporación. Para ello se ha establecido una correlación entre los embalses de Villameca, Barrios de Luna, Santa Teresa, Águeda y Las Cogotas (eje Esla - Tormes - Adaja), como puede apreciarse en las curvas que se incluyen a continuación. Para “poco profundos” se utilizan para esos 5 embalses los valores de la Tabla 16 (se ha incluido, además, la estación de Travelo); mientras que para “profundos” se utilizan los valores de la Tabla 17.

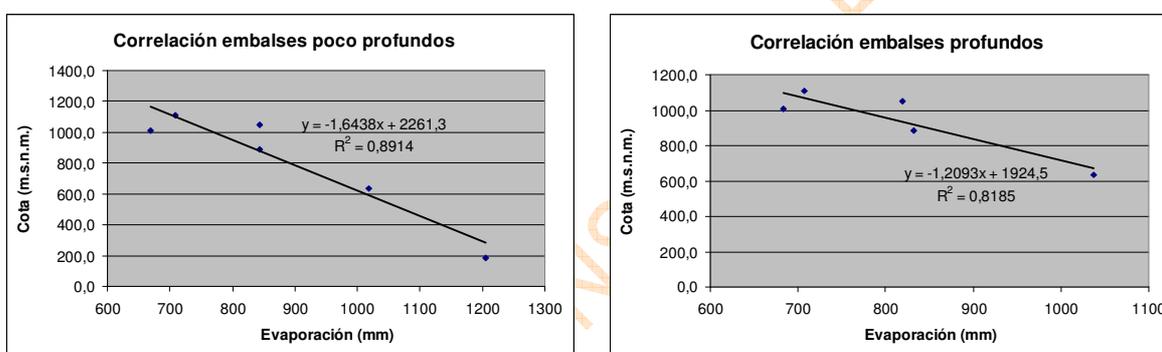


Figura 16. Correlación cota- evaporación en embalses del eje Esla-Tormes-Adaja

Para cada embalse de la zona abarcada por el eje Esla – Tormes - Adaja se ha obtenido el valor de su evaporación con la ecuación de la recta de regresión, y se ha obtenido un coeficiente como relación entre dicho valor y el correspondiente al embalse asignado. Este coeficiente se ha aplicado a cada uno de los meses del año, obteniendo de esta forma la evaporación mensual de los embalses de este grupo.

Por otro lado se ha estimado la evaporación de 4 embalses/balsas que está previsto construir en la zona del río Valderaduey y río Sequillo. Sus características son las siguientes:

Balsa/embalse	Cota NMN	Volumen (hm ³)	Superficie NMN (ha)	X UTM30	Y UTM30
Balsa Sector IV Cea-Carrión	782,75	9,96	108,02	336.231,75	4.667.561,42
Balsa Sector V Cea-Carrión	---	3,9	---	Próxima a la anterior	
Valcuende de Almanza	1020	7,5	65	---	---
Vallehondo	1034	8,0	69,92	342.125	4.722.907

Tabla 18. Características de balsas futuras.

La Balsa Sector IV Cea-Carrión está proyectada próxima al río Sequillo (masa 123), a unos 95 km al sur del embalse de Riaño. La Balsa Sector V Cea-Carrión está proyectada próxima a la anterior. Se le ha supuesto una cota a NMN de 800 msnm. El embalse de Valcuende de Almanza está proyectado en Calaveras de Arriba, término municipal de Almanza, a unos 35 km al sur del embalse de Riaño, y el embalse de Vallehondo está proyectado al comienzo de la masa del Valderaduey (masa 118), a unos 38 km al sur del embalse de Riaño y a unos 45 km al suroeste del embalse del Porma. Todos son embalses poco profundos.

Para ello se ha obtenido la recta de regresión cota- evaporación de seis embalses, considerando la evaporación corregida con el coeficiente de tanque Témez (valores adecuados para embalses poco profundos): Camporredondo, Compuerto, Porma y Riaño al norte de la zona de estudio y Linares del Arroyo y Pontón Alto al suroeste.

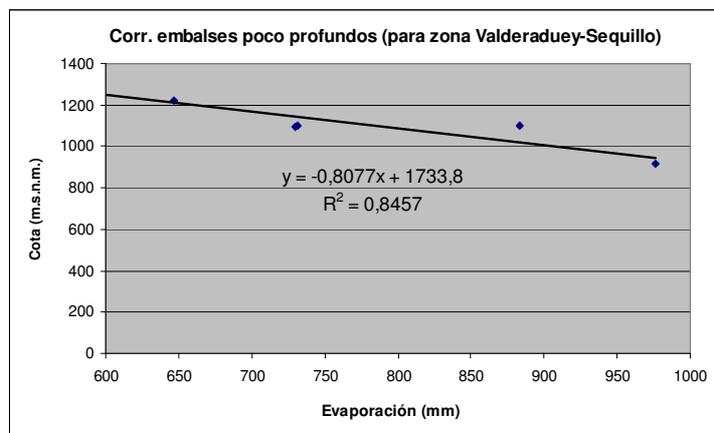


Figura 17. Correlación cota- evaporación en embalses poco profundos para la zona Valderaduey-Sequillo

A estos cuatro embalses futuros se les ha asignado un valor de evaporación en función de dicha recta de regresión.

En cuanto al criterio de consideración de un embalse en la categoría de profundo o no profundo, se han tenido en cuenta las consideraciones de la publicación “*Estimación de la evaporación en embalses de riego mediante un modelo de balance de energía*”, de MOLINA MARTÍNEZ, JOSÉ MIGUEL, et al (2006), publicado en la revista Ingeniería del Agua, vol 13, nº 3 de septiembre.

En dicho artículo se establece la profundidad de 25 metros como valor base para la consideración de una balsa en la categoría de profundo, si bien, en una tabla en la que se muestran los coeficientes de corrección del factor de tanque en función de la época del año, ya se aprecian variaciones significativas a partir de los 15 metros de profundidad.

El criterio adoptado en el caso de los embalses de la cuenca del Duero ha sido la de considerar como profundos, en general, aquellos cuya profundidad media obtenida como resultado del cociente entre el volumen embalsado y la superficie es superior a 15 metros, si bien en casos concretos se ha establecido un segundo criterio en función del volumen embalsado. Los embalses de Aldeadávila, Bemposta, Castro, Miranda, Picote, Pocinho, Saucelle y Villalcampo se han considerado poco profundos porque por su situación geográfica (final del eje del Duero) son muy alargados y tienen una renovación constante de agua (en valor medio superior a 12.000 hm³/año, unos 380 m³/s).

Se incluye a continuación una tabla resumen de los embalses considerados, indicando los embalses asignados, las profundidades medias y las cotas características. Los valores en rojo (Balsa Sector V Cea-Carrión, Merladet, San Fernando, Valdespina o Barrio y Vildé) se refieren a embalses de los que no se dispone de cota de NMN y que han sido obtenidas de forma aproximada. También se desconoce, hasta el momento, el valor de la superficie anegada a nivel máximo normal de la Balsa Sector V Cea-Carrión y de los embalses de Castrovido Cola, Merladet, Nava de Arévalo y Valdespina o Barrio.

Nombre	Superficie a NMN (ha)	NMN (msnm)	Volumen de embalse a NMN (hm ³)	$h_{media}=V/S$	Embalse profundo	Embalse asignado	Cota del embalse de referencia	Diferencia de cotas entre el embalse considerado y el de referencia
AGAVANZAL, NUESTRA SRA. DEL	365,00	785,00	35,90	9,84	NO	VILLAMECA	1008,9	-223,90
ÁGUEDA	177,00	636,50	22,30	12,60	NO	ÁGUEDA	636,5	0,00
AGUILAR DE CAMPOO	1646,00	942,00	247,20	15,02	SI	AGUILAR DE CAMPOO	942,0	0,00
ALDEADÁVILA	368,00	327,83	114,80	31,20	NO	Travelo **	188,0	139,83
ALMENDRA	7940,00	730,00	2648,64	33,36	SI	ÁGUEDA	636,5	93,50
ÁNGELES, LOS	16,80	1010,00	1,76	10,48	NO	PONTÓN ALTO	1102,0	-92,00
ANTOÑÁN DEL VALLE	8,15	927,20	0,41	5,03	NO	VILLAMECA	1008,9	-81,70
ARANZUELO	62,79	976,00	4,80	7,64	NO	LINARES DEL ARROYO	915,3	60,70
ARAVALLE	2,55	1067,00	0,06	2,35	NO	PONTÓN ALTO	1102,0	-35,00
ARLANZÓN	123,30	1143,00	22,38	18,15	SI	ARLANZÓN	1143,0	0,00
AYOÓ DE VIDRIALES	9,24	835,78	0,29	3,14	NO	VILLAMECA	1008,9	-173,12
BALSA SECTOR IV CEA-CARRIÓN***	108,02	782,75	9,96	9,22	NO	RIAÑO	1100,0	-317,25
BALSA SECTOR V CEA-CARRIÓN ***	---	800,00	3,90	---	NO	RIAÑO	1100,0	-300,00
BARRIOS DE LUNA	1130,00	1108,50	308,00	27,26	SI	BARRIOS DE LUNA	1108,5	0,00
BECERRIL	40,00	1249,00	1,74	4,35	NO	LAS COGOTAS	1050,5	198,50
BEMPOSTA	405,00	402,00	129,00	31,85	NO	Travelo **	188,0	214,00
BENAMARÍAS	5,71	996,20	0,30	5,25	NO	VILLAMECA	1008,9	-12,70
BESANDINO	34,50	1242,50	2,70	7,83	NO	COMPUERTO	1221,5	21,00
BODÓN DE LA IBIENZA	1,21	838,00	0,03	2,48	NO	LINARES DEL ARROYO	915,3	-77,30
BOEDO	174,97	1086,00	15,10	8,63	NO	CERVERA - RUESGA	1041,6	44,40
BUREJO	28,36	1097,00	2,51	8,85	NO	CERVERA - RUESGA	1041,6	55,40
BURGOMILLODO	132,00	874,18	15,00	11,36	NO	LINARES DEL ARROYO	915,3	-41,12
CAMPILLO DE BUITRAGO	15,00	1023,70	2,00	13,33	NO	CUERDA DEL POZO	1084,6	-60,90
CAMPORREDONDO	388,00	1290,70	70,00	18,04	SI	CAMPORREDONDO	1290,7	0,00
CÁRDENA	25,00	1565,50	1,50	6,00	NO	CAMPORREDONDO	1290,7	274,80
CARRASCAL, EL	1,65	1029,00	0,16	9,70	NO	PONTÓN ALTO	1102,0	-73,00
CASARES DE ARBÁS	294,00	1297,60	37,00	12,59	NO	BARRIOS DE LUNA	1108,5	189,10
CASTRO	180,00	564,00	27,30	15,17	NO	Travelo **	188,0	376,00
CASTROVIDO *	214,20	1032,00	44,12	20,60	SI	CUERDA DEL POZO	1084,60	-52,60
CASTROVIDO COLA	---	1045,00	---		NO	CUERDA DEL POZO	1032,00	13,00
CEGUILLA	11,90	1322,00	1,062	8,92	NO	PONTÓN ALTO	1102,00	220,00

Nombre	Superficie a NMN (ha)	NMN (msnm)	Volumen de embalse a NMN (hm ³)	$h_{media}=V/S$	Embalse profundo	Embalse asignado	Cota del embalse de referencia	Diferencia de cotas entre el embalse considerado y el de referencia
CERNADILLA	1394,00	889,00	255,50	18,33	SI	VILLAMECA	1008,9	-119,90
CERVERA – RUESGA	106,00	1041,60	10,20	9,62	NO	CERVERA - RUESGA	1041,6	0,00
COGOTAS, LAS	394,00	1050,50	58,70	14,90	NO	LAS COGOTAS	1050,5	0,00
COMPUERTO	376,00	1221,50	95,00	25,27	SI	COMPUERTO	1221,5	0,00
CONGOSTA DE VIDRIALES	5,60	844,43	0,11	1,96	NO	VILLAMECA	1008,9	-164,47
CUERDA DEL POZO	2288,55	1084,60	229,17	10,01	NO	CUERDA DEL POZO	1084,6	0,00
CUEVAS, LAS	112,41	1112,50	10,90	9,70	NO	CERVERA - RUESGA	1041,6	70,90
DOR	149,00	987,50	7,35	4,93	NO	LINARES DEL ARROYO	915,3	72,20
DUQUE, EL	27,00	1574,00	2,20	8,15	NO	PONTÓN ALTO	1102,0	472,00
ENCINAS DE ESGUEVA	13,00	842,50	0,77	5,92	NO	LINARES DEL ARROYO	915,3	-72,80
ESPINAR, EL	2,26	1587,00	0,20	8,85	NO	PONTÓN ALTO	1102,0	485,00
FUENTES CLARAS	18,49	1051,75	0,92	4,98	NO	LAS COGOTAS	1050,5	1,25
GALLEGOS DE SOBRINOS	13,80	1236,30	0,40	2,90	NO	LAS COGOTAS	1050,5	185,80
GARANDONES	19,00	1612,10	0,80	4,21	NO	CAMPORREDONDO	1290,7	321,40
IRUEÑA	580,00	772,50	110,00	18,97	SI	ÁGUEDA	636,5	136,00
LINARES DEL ARROYO	555,00	915,30	58,07	10,46	NO	LINARES DEL ARROYO	915,3	0,00
LOMILLA DE AGUILAR	11,80	948,00	0,63	5,34	NO	AGUILAR DE CAMPOO	942,00	6,00
MERLADET	---	300,00	0,02	---	NO	ÁGUEDA	636,5	-336,50
MILAGRO, EL	23,00	1034,60	1,50	6,52	NO	LAS COGOTAS	1050,5	-15,90
MIRANDA	122,00	528,05	28,10	23,03	NO	Travelo **	188,0	340,05
NAVA DE ARÉVALO	---	880,75	0,514		NO	LAS COGOTAS	1050,5	-169,75
PECES	1,85	1211,00	0,084	4,54	NO	PONTÓN ALTO	1102,0	109,00
PICOTE	244,00	471,00	63,00	---	NO	Travelo **	188,0	283,00
PLAYA	9,75	1576,16	0,50	5,13	NO	CAMPORREDONDO	1290,7	285,46
POCINHO	829,00	125,50	83,07	10,02	NO	Travelo **	188,0	-62,50
POMAR DE VALDIVIA	2,93	949,00	0,32	10,92	NO	AGUILAR DE CAMPOO	942,00	7,00
PONTÓN ALTO	70,23	1102,00	7,42	10,57	NO	PONTÓN ALTO	1102,0	0,00
PORMA	1153,00	1095,60	317,30	27,52	SI	PORMA	1095,6	0,00
PORTERAS, LAS	10,00	879,00	0,393	3,93	NO	LAS COGOTAS	1050,5	-171,50
PTE. ALTA, REVENGA O RÍO FRÍO	21,06	1170,45	2,50	11,87	NO	PONTÓN ALTO	1102,0	68,45
PUENTE PORTO	167,00	1644,50	22,74	13,62	NO	CAMPORREDONDO	1290,7	353,80

Nombre	Superficie a NMN (ha)	NMN (msnm)	Volumen de embalse a NMN (hm ³)	$h_{media}=V/S$	Embalse profundo	Embalse asignado	Cota del embalse de referencia	Diferencia de cotas entre el embalse considerado y el de referencia
RÁBANOS, LOS	98,27	1005,00	6,20	6,31	NO	CUERDA DEL POZO	1084,6	-79,60
REQUEJADA, LA	325,00	1082,50	65,00	20,00	SI	LA REQUEJADA	1082,5	0,00
RIAÑO	2230,00	1100,00	664,00	29,78	SI	RIAÑO	1100,0	0,00
RIAZA	9,50	1316,50	1,00	10,53	NO	PONTÓN ALTO	1102,0	214,50
RICOBAYO	5855,00	684,60	1178,88	20,13	SI	ÁGUEDA	636,5	48,10
RILOBOS	383,05	837,50	12,82	3,35	NO	SANTA TERESA	885,7	-48,20
SAN FERNANDO	27,40	890,00	1,16	4,23	NO	SANTA TERESA	885,7	4,30
SAN JOSÉ	250,00	654,79	6,00	2,40	NO	ÁGUEDA	636,5	18,29
SAN ROMÁN	125,00	616,33	1,50	1,20	NO	ÁGUEDA	636,5	-20,17
SANTA LUCÍA	8,80	1161,00	0,64	7,27	NO	PONTÓN ALTO	1102,0	59,00
SANTA TERESA	2579,00	885,70	496,00	19,23	SI	SANTA TERESA	885,7	0,00
SAUCELLE	582,00	188,00	169,30	29,09	NO	Travelo **	188,0	0,00
SELGA DE ORDÁS	61,90	963,70	2,43	3,93	NO	VILLAMECA	1008,9	-45,20
SERONES O VOLTOYA	181,00	1245,72	6,30	3,48	NO	LAS COGOTAS	1050,5	195,22
TABUYO DEL MONTE	45,60	1033,00	3,18	6,97	NO	VILLAMECA	1008,9	24,10
TARDAJOS	0,083	916,00	---	---	NO	ÚZQUIZA	1092,65	-176,65
TEJO, EL	10,57	1516,75	1,20	11,35	NO	PONTÓN ALTO	1102,0	414,75
TORRECABALLEROS	4,12	1417,00	0,33	8,01	NO	PONTÓN ALTO	1102,0	315,00
TORRELARA	12,00	939,00	0,24	2,00	NO	LAS COGOTAS	1050,5	-111,50
TÓRTOLES DE ESGUEVA	0,17	866,80	1,55	911,76	NO	LINARES DEL ARROYO	915,3	-48,50
ÚZQUIZA	311,60	1092,65	74,63	23,95	SI	ÚZQUIZA	1100,0	-7,35
VALCUENDE DE ALMANZA ***	65,00	1020,00	7,50	11,54	NO	RIAÑO	1100,0	-80,00
VALDEMUDARRA	35,61	848,50	4,54	12,75	NO	LINARES DEL ARROYO	915,30	-66,80
VALDESAMARIO	2,04	1213,50	0,20	9,80	NO	VILLAMECA	1008,9	204,60
VALDESPINA o BARRIO	---	900,00	0,06	---	NO	VILLAMECA	1008,9	-108,90
VALLEHONDO ***	69,92	1034,00	8,00	11,44	NO	RIAÑO	1100,0	-66,00
VALPARAISO	1223,68	833,00	168,50	13,77	NO	VILLAMECA	1008,9	-175,90
VEGA DE CONDE	28,39	1582,43	0,90	3,17	NO	CAMPORREDONDO	1290,7	291,73
VELILLA DE GUARDO O VILLALBA	33,00	1114,00	1,80	5,45	NO	COMPUERTO	1221,5	-107,50
VENCÍAS, LAS	70,81	823,40	4,50	6,36	NO	LINARES DEL ARROYO	915,3	-91,90
VILDE	5,50	1000,00	0,21	3,82	NO	LINARES DEL ARROYO	915,3	84,70

Nombre	Superficie a NMN (ha)	NMN (msnm)	Volumen de embalse a NMN (hm ³)	$h_{media}=V/S$	Embalse profundo	Embalse asignado	Cota del embalse de referencia	Diferencia de cotas entre el embalse considerado y el de referencia
VILLAFRÍA	102,50	1114,50	12,01	11,72	NO	CERVERA - RUESGA	1041,6	72,90
VILLAGATÓN	37,00	1053,00	4,00	10,81	NO	VILLAMECA	1008,9	44,10
VILLAGONZALO	208,00	804,30	5,91	2,84	NO	SANTA TERESA	885,7	-81,40
VILLALCAMPO	410,00	601,00	66,00	16,10	NO	ÁGUEDA	636,5	-35,50
VILLAMECA	201,50	1009,00	20,11	9,98	NO	VILLAMECA	1008,9	0,10
VIRGEN DE LAS VIÑAS	27,20	786,80	1,10	4,04	NO	LINARES DEL ARROYO	915,3	-128,50
ZORITA DE LOS MOLINOS	6,10	912,50	0,37	6,03	NO	LAS COGOTAS	1050,5	-138,00

Los valores en rojo son estimados

(*) Embalse en construcción

(**) Estación meteorológica de Portugal

(***) Futuro

Tabla 19. Resumen de los embalses considerados, los asignados, las profundidades medias y las cotas características.

5.1.4.5. Valores de evaporación de los embalses

Aplicando todas las consideraciones recogidas en el apartado anterior se obtiene una tabla de evaporación mensual de 100 embalses de la cuenca.

Dicha tabla, mostrada a continuación, recoge los valores de evaporación correspondientes a los distintos embalses habiendo considerado en cada uno de ellos el coeficiente de tanque y en aquellos clasificados como profundos, además, el coeficiente de profundidad. Los valores en rojo corresponden a cotas de NMN estimadas.

5.1.4.6. Referencias

1. VILLALBA, CÉSAR (1927). “Las pérdidas por evaporación en España”. Revista de Obras Públicas, nº 2488.
2. GONZÁLEZ QUIJANO, PEDRO M. (1942). “Medida y cálculo de la evaporación”. Revista de Obras Públicas, enero 1942.
3. EMILIO CUSTODIO/MANUEL RAMÓN LLAMAS. “Hidrología Subterránea”. Ediciones Omega, S.A. 1976.
4. TÉMEZ PELÁEZ, JOSÉ RAMÓN. (2007). “Consideraciones prácticas sobre la evaporación en los embalses de la España Peninsular”. Revista de Obras Públicas, nº 3476
5. MOLINA MARTÍNEZ, JOSÉ MIGUEL, et al. (2006). “Estimación de la evaporación en embalses de riego mediante un modelo de balance de energía”. Revista: Ingeniería del Agua, vol 13, nº 3, Septiembre 2006.

EMBALSE (Estación) ASIGNADO	Coefficiente	Embalse profundo	Evaporación (mm)	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	EVAP. AÑO	COTA NMN
VILLAMECA	1,34	NO	AGAVANZAL, NUESTRA SRA. DEL	28,87	31,01	43,71	60,01	101,04	130,60	155,36	141,28	95,90	50,87	33,34	26,11	898,10	785,00
ÁGUEDA	1	NO	ÁGUEDA	23,60	34,45	54,56	69,63	92,64	152,36	172,06	166,95	118,64	70,96	33,46	28,46	1017,77	636,50
AGUILAR DE CAMPOÓ	1	SI	AGUILAR DE CAMPOO	14,69	22,91	46,74	59,95	66,50	76,32	88,09	86,86	71,79	56,10	36,68	18,75	645,38	942,00
Travelo	0,98	NO	ALDEADÁVILA	26,09	36,07	67,28	90,47	126,92	158,10	206,65	194,03	138,06	75,00	35,96	21,60	1176,22	327,83
ÁGUEDA	0,95	SI	ALMENDRA	38,66	48,57	63,41	66,33	75,89	113,21	127,85	135,18	113,02	94,64	58,96	52,05	987,77	730,00
PONTÓN ALTO	1	NO	ÁNGELES, LOS	7,28	9,71	40,26	64,45	86,83	151,51	173,57	161,95	108,45	52,29	15,75	11,47	883,52	1010,00
VILLAMECA	1,21	NO	ANTOÑAN DEL VALLE	26,09	28,03	39,50	54,23	91,31	118,02	140,40	127,68	86,66	45,97	30,13	23,60	811,59	927,20
LINARES DEL ARROYO	1,00	NO	ARANZUELO	25,77	32,81	68,31	80,50	98,38	130,94	165,90	154,39	101,35	56,81	36,45	24,45	976,07	976,00
PONTÓN ALTO	1	NO	ARAVALLE	7,28	9,71	40,26	64,45	86,83	151,51	173,57	161,95	108,45	52,29	15,75	11,47	883,52	1067,00
ARLANZÓN	1	SI	ARLANZÓN	27,59	22,39	46,44	48,35	58,19	67,58	74,46	79,16	69,59	69,58	47,05	31,99	642,40	1143,00
VILLAMECA	1,30	NO	AYOÓ DE VIDRIALES	27,87	29,95	42,20	57,95	97,57	126,11	150,02	136,42	92,60	49,12	32,19	25,21	867,21	835,78
RIAÑO	1,61	NO	BALSA SECTOR IV CEA-CARRIÓN ***	22,21	28,94	65,36	99,50	142,03	195,08	220,10	192,98	112,83	51,92	25,76	20,78	1177,48	782,75
RIAÑO	1,58	NO	BALSA SECTOR V CEA-CARRIÓN ***	21,81	28,42	64,17	97,69	139,45	191,54	216,10	189,48	110,78	50,98	25,29	20,40	1156,13	800,00
BARRIOS DE LUNA	1	SI	BARRIOS DE LUNA	22,27	19,80	49,73	61,35	69,02	83,11	95,92	96,80	74,34	58,07	45,99	30,84	707,25	1108,50
LAS COGOTAS	0,73	NO	BECERRIL	9,44	15,60	32,06	44,95	65,65	101,42	118,47	105,72	66,57	31,25	14,64	10,07	615,83	1249,00
Travelo	0,94	NO	BEMPOSTA	25,09	34,68	64,70	87,00	122,05	152,03	198,72	186,59	132,77	72,12	34,58	20,78	1131,10	402,00
VILLAMECA	1,15	NO	BENAMARÍAS	24,74	26,58	37,45	51,42	86,59	111,92	133,14	121,07	82,18	43,59	28,57	22,37	769,62	996,20
COMPUERTO	1	NO	BESANDINO	2,10	7,72	35,94	52,85	77,54	110,15	124,86	112,01	68,70	35,82	14,17	4,59	646,44	1242,50
LINARES DEL ARROYO	1	NO	BODÓN DE LA IBIENZA	25,77	32,81	68,31	80,50	98,38	130,94	165,90	154,39	101,35	56,81	36,45	24,45	976,07	838,00
CERVERA - RUESGA	1	NO	BOEDO	4,65	4,68	19,49	47,82	78,18	102,85	112,97	106,19	69,40	40,20	15,22	5,49	607,13	1086,00
CERVERA - RUESGA	1	NO	BUREJO	4,65	4,68	19,49	47,82	78,18	102,85	112,97	106,19	69,40	40,20	15,22	5,49	607,13	1097,00
LINARES DEL ARROYO	1	NO	BURGOMILLODO	25,77	32,81	68,31	80,50	98,38	130,94	165,90	154,39	101,35	56,81	36,45	24,45	976,07	874,18
CUERDA DEL POZO	1	NO	CAMPILLO DE BUITRAGO	12,01	18,66	48,17	66,26	89,05	116,14	139,15	124,87	76,27	39,74	18,07	10,54	758,91	1020,17
CAMPORREDONDO	1	SI	CAMPORREDONDO	5,12	7,32	32,90	50,49	61,70	74,68	87,68	88,17	65,20	46,67	23,84	8,86	552,63	1290,70
CAMPORREDONDO	1	NO	CÁRDENA	2,98	4,95	26,97	50,49	71,74	95,74	112,41	103,73	65,20	33,34	12,89	4,62	585,04	1565,50
PONTÓN ALTO	1	NO	CARRASCAL, EL	7,28	9,71	40,26	64,45	86,83	151,51	173,57	161,95	108,45	52,29	15,75	11,47	883,52	1029,00
BARRIOS DE LUNA	1	NO	CASARES DE ARBAS	12,95	13,38	40,77	61,35	80,26	106,55	122,98	113,89	74,34	41,48	24,86	16,06	708,86	1297,60
Travelo	0,86	NO	CASTRO	22,90	31,66	59,06	79,42	111,42	138,79	181,41	170,33	121,20	65,84	31,57	18,96	1032,55	564,00
CUERDA DEL POZO	1	SI	CASTROVIDO III *	20,65	27,62	58,76	66,26	76,58	90,59	108,53	106,14	76,27	55,63	33,43	20,23	740,70	1032,00
CUERDA DEL POZO	1	NO	CASTROVIDO COLA	12,01	18,66	48,17	66,26	89,05	116,14	139,15	124,87	76,27	39,74	18,07	10,54	758,91	1045,00
PONTÓN ALTO	1	NO	CEGUILLA	7,28	9,71	40,26	64,45	86,83	151,51	173,57	161,95	108,45	52,29	15,75	11,47	883,52	1322,00
VILLAMECA	1,25	SI	CERNADILLA	46,32	42,82	49,74	55,98	81,07	95,04	113,05	112,04	89,47	66,44	57,54	46,77	856,28	889,00
CERVERA - RUESGA	1	NO	CERVERA	4,65	4,68	19,49	47,82	78,18	102,85	112,97	106,19	69,40	40,20	15,22	5,49	607,13	1041,60
LAS COGOTAS	1	NO	COGOTAS, LAS	12,94	21,39	43,93	61,61	89,97	139,00	162,37	144,89	91,23	42,82	20,07	13,80	844,01	1050,50
COMPUERTO	1	SI	COMPUERTO	3,61	11,43	43,85	52,85	66,69	85,92	97,39	95,21	68,70	50,15	26,21	8,81	610,80	1221,50

EMBALSE (Estación) ASIGNADO	Coefficiente	Embalse profundo	Evaporación (mm)	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	EVAP. AÑO	COTA NMN
VILLAMECA	1,29	NO	CONGOSTA DE VIDRIALES	27,70	29,76	41,95	57,59	96,97	125,34	149,11	135,60	92,04	48,82	32,00	25,06	861,94	844,43
CUERDA DEL POZO	1	NO	CUERDA DEL POZO	12,01	18,66	48,17	66,26	89,05	116,14	139,15	124,87	76,27	39,74	18,07	10,54	758,91	1084,60
CERVERA - RUESGA	1	NO	CUEVAS, LAS	4,65	4,68	19,49	47,82	78,18	102,85	112,97	106,19	69,40	40,20	15,22	5,49	607,13	1112,50
LINARES DEL ARROYO	1	NO	DOR	25,77	32,81	68,31	80,50	98,38	130,94	165,90	154,39	101,35	56,81	36,45	24,45	976,07	987,50
PONTÓN ALTO	1	NO	DUQUE, EL	7,28	9,71	40,26	64,45	86,83	151,51	173,57	161,95	108,45	52,29	15,75	11,47	883,52	1574,00
LINARES DEL ARROYO	1	NO	ENCINAS	25,77	32,81	68,31	80,50	98,38	130,94	165,90	154,39	101,35	56,81	36,45	24,45	976,07	842,50
PONTÓN ALTO	1	NO	ESPINAR, EL	7,28	9,71	40,26	64,45	86,83	151,51	173,57	161,95	108,45	52,29	15,75	11,47	883,52	1587,00
LAS COGOTAS	1	NO	FUENTES CLARAS	12,94	21,39	43,93	61,61	89,97	139,00	162,37	144,89	91,23	42,82	20,07	13,80	844,01	1051,75
LAS COGOTAS	0,74	NO	GALLEGOS DE SOBRINOS	9,56	15,80	32,46	45,52	66,47	102,69	119,96	107,04	67,40	31,64	14,83	10,19	623,56	1236,30
CAMPORREDONDO	1	NO	GARANDONES	2,98	4,95	26,97	50,49	71,74	95,74	112,41	103,73	65,20	33,34	12,89	4,62	585,04	1612,10
ÁGUEDA	0,92	SI	IRUEÑA	37,29	46,84	61,15	63,97	73,19	109,18	123,30	130,37	109,00	91,27	56,86	50,20	952,62	772,50
LINARES DEL ARROYO	1	NO	LINARES DEL ARROYO	25,77	32,81	68,31	80,50	98,38	130,94	165,90	154,39	101,35	56,81	36,45	24,45	976,07	915,30
AGUILAR DE CAMPOÓ	1	NO	LOMILLA DE AGUILAR	8,54	15,48	38,32	59,95	77,32	97,84	112,93	102,19	71,79	40,07	19,83	9,77	654,03	948,00
ÁGUEDA	1,17	NO	MERLADET	27,66	40,39	63,96	81,63	108,60	178,62	201,71	195,72	139,08	83,19	39,22	33,36	1193,15	300,00
SANTA TERESA	0,89	NO	MILAGRO, EL	12,81	20,08	41,10	58,27	80,85	114,78	138,21	125,19	76,95	42,45	22,00	13,58	746,26	1034,60
Travelo	0,88	NO	MIRANDA	23,39	32,33	60,31	81,10	113,78	141,73	185,25	173,94	123,76	67,23	32,24	19,37	1054,42	528,05
LAS COGOTAS	1,00	NO	NAVA DE ARÉVALO	12,88	21,28	43,72	61,30	89,53	138,31	161,57	144,17	90,78	42,61	19,97	13,73	839,86	880,75
PONTÓN ALTO	1	NO	PECES	7,28	9,71	40,26	64,45	86,83	151,51	173,57	161,95	108,45	52,29	15,75	11,47	883,52	1211,00
Travelo	0,90	NO	PICOTE	24,16	33,40	62,30	83,77	117,52	146,39	191,35	179,66	127,84	69,44	33,30	20,00	1089,13	471,00
CAMPORREDONDO	1	NO	PLAYA	2,98	4,95	26,97	50,49	71,74	95,74	112,41	103,73	65,20	33,34	12,89	4,62	585,04	1576,16
Travelo	1,08	NO	POCINHO **	28,82	39,84	74,32	99,94	140,20	174,64	228,28	214,34	152,51	82,84	39,72	23,86	1299,31	125,50
AGUILAR DE CAMPOÓ	1	NO	POMAR DE VALDIVIA	8,54	15,48	38,32	59,95	77,32	97,84	112,93	102,19	71,79	40,07	19,83	9,77	654,03	1000,00
PONTÓN ALTO	1	NO	PONTÓN ALTO	7,28	9,71	40,26	64,45	86,83	151,51	173,57	161,95	108,45	52,29	15,75	11,47	883,52	1102,00
PORMA	1	SI	PORMA	41,61	32,70	44,36	53,00	70,57	86,45	98,45	97,68	71,98	53,73	47,63	46,63	744,78	1095,60
LAS COGOTAS	1,00	NO	PORTERAS, LAS	12,89	21,31	43,77	61,38	89,64	138,49	161,77	144,35	90,90	42,67	19,99	13,74	840,92	879,00
PONTÓN ALTO	1	NO	PTE. ALTA O REVENGA	7,28	9,71	40,26	64,45	86,83	151,51	173,57	161,95	108,45	52,29	15,75	11,47	883,52	1170,45
CAMPORREDONDO	1	NO	PUENTE PORTO	2,98	4,95	26,97	50,49	71,74	95,74	112,41	103,73	65,20	33,34	12,89	4,62	585,04	1644,50
CUERDA DEL POZO	1	NO	RABANOS, LOS	12,01	18,66	48,17	66,26	89,05	116,14	139,15	124,87	76,27	39,74	18,07	10,54	758,91	1005,00
LA REQUEJADA	1	SI	REQUEJADA, LA	12,20	19,18	49,51	62,57	71,63	81,51	91,70	95,78	69,93	49,06	29,15	14,08	646,31	1082,50
RIAÑO	1	SI	RIAÑO	23,74	26,62	49,55	61,83	75,90	94,55	106,68	101,93	70,11	45,17	29,61	24,79	710,47	1100,00
PONTÓN ALTO	1	NO	RIAZA	7,28	9,71	40,26	64,45	86,83	151,51	173,57	161,95	108,45	52,29	15,75	11,47	883,52	1316,50
ÁGUEDA	0,99	SI	RICOBAYO	40,15	50,44	65,85	68,88	78,81	117,57	132,77	140,39	117,37	98,28	61,23	54,05	1025,80	684,00
SANTA TERESA	1,03	NO	RIOLOBOS	14,86	23,30	47,71	67,63	93,84	133,23	160,41	145,30	89,32	49,27	25,53	15,76	866,16	837,50
SANTA TERESA	0,99	NO	SAN FERNANDO	14,32	22,44	45,95	65,13	90,38	128,31	154,50	139,94	86,02	47,46	24,59	15,18	834,22	890,00
ÁGUEDA	0,96	NO	SAN JOSÉ	22,66	33,08	52,39	66,86	88,96	146,31	165,22	160,31	113,92	68,14	32,13	27,33	977,31	654,79
ÁGUEDA	0,98	NO	SAN ROMÁN	23,20	33,87	53,64	68,46	91,08	149,81	169,18	164,15	116,65	69,77	32,89	27,98	1000,71	616,33
PONTÓN ALTO	1	NO	SANTA LUCÍA	7,28	9,71	40,26	64,45	86,83	151,51	173,57	161,95	108,45	52,29	15,75	11,47	883,52	1161,00

EMBALSE (Estación) ASIGNADO	Coefficiente	Embalse profundo	Evaporación (mm)	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	EVAP. AÑO	COTA NMN
SANTA TERESA	1	SI	SANTA TERESA	24,88	33,56	56,64	65,81	78,53	101,13	121,76	120,19	86,92	67,13	45,97	29,44	831,98	885,70
Travelo	1,05	NO	SAUCELLE	27,97	38,67	72,15	97,01	136,10	169,53	221,60	208,06	148,05	80,42	38,56	23,17	1261,29	188,00
VILLAMECA	1,18	NO	SELGA DE ORDÁS	25,37	27,26	38,42	52,75	88,81	114,79	136,56	124,18	84,29	44,71	29,31	22,95	789,39	963,70
LAS COGOTAS	0,73	NO	SERONES O VOLTOYA	9,47	15,65	32,16	45,10	65,86	101,75	118,86	106,06	66,78	31,35	14,69	10,10	617,83	1245,72
VILLAMECA	1,12	NO	TABUYO DEL MONTE	24,02	25,80	36,36	49,93	84,07	108,66	129,26	117,55	79,79	42,32	27,74	21,72	747,23	1033,00
ÚZQUIZA	1	NO	TARDAJOS	17,92	20,65	47,09	56,18	73,18	91,58	104,10	104,56	71,81	48,04	28,18	19,07	682,37	916,00
PONTÓN ALTO	1	NO	TEJO, EL	7,28	9,71	40,26	64,45	86,83	151,51	173,57	161,95	108,45	52,29	15,75	11,47	883,52	1516,75
PONTÓN ALTO	1	NO	TORRECABALLEROS	7,28	9,71	40,26	64,45	86,83	151,51	173,57	161,95	108,45	52,29	15,75	11,47	883,52	1417,00
LAS COGOTAS	0,95	NO	TORRELARA	12,33	20,38	41,87	58,72	85,75	132,48	154,75	138,09	86,95	40,81	19,13	13,15	804,42	939,00
LINARES DEL ARROYO	1	NO	TÓRTOLES DE ESGUEVA	25,77	32,81	68,31	80,50	98,38	130,94	165,90	154,39	101,35	56,81	36,45	24,45	976,07	866,80
ÚZQUIZA	1	SI	ÚZQUIZA	30,83	30,56	57,45	56,18	62,94	71,43	81,19	88,88	71,81	67,25	52,14	36,61	707,28	1092,65
RIAÑO	1,21	NO	VALCUENDE DE ALMANZA ***	16,67	21,72	49,06	74,68	106,60	146,41	165,19	144,84	84,68	38,97	19,33	15,59	883,75	1020,00
LINARES DEL ARROYO	1	NO	VALDEMUDARRA	25,77	32,81	68,31	80,50	98,38	130,94	165,90	154,39	101,35	56,81	36,45	24,45	976,07	848,50
VILLAMECA	0,95	NO	VALDESAMARIO	20,49	22,01	31,02	42,59	71,71	92,69	110,27	100,28	68,06	36,10	23,66	18,53	637,42	1213,50
VILLAMECA	1,24	NO	VALDESPINA o BARRIO	26,62	28,60	40,30	55,33	93,17	120,43	143,26	130,28	88,43	46,90	30,74	24,08	828,14	900,00
RIAÑO	1,18	NO	VALLEHONDO ***	16,34	21,30	48,09	73,21	104,51	143,54	161,95	142,00	83,02	38,21	18,95	15,29	866,41	1034,00
VILLAMECA	1,30	NO	VALPARAISO	27,93	30,00	42,28	58,06	97,76	126,35	150,31	136,69	92,78	49,21	32,26	25,26	868,90	833,00
CAMPORREDONDO	1	NO	VEGA DE CONDE	2,98	4,95	26,97	50,49	71,74	95,74	112,41	103,73	65,20	33,34	12,89	4,62	585,04	1582,43
COMPUERTO	1	NO	VELILLA DE GUARDO O VILLALBA	2,10	7,72	35,94	52,85	77,54	110,15	124,86	112,01	68,70	35,82	14,17	4,59	646,44	1114,00
LINARES DEL ARROYO	1	NO	VENCIÁS, LAS	25,77	32,81	68,31	80,50	98,38	130,94	165,90	154,39	101,35	56,81	36,45	24,45	976,07	823,40
LINARES DEL ARROYO	1	NO	VILDÉ	25,77	32,81	68,31	80,50	98,38	130,94	165,90	154,39	101,35	56,81	36,45	24,45	976,07	1000,00
CERVERA - RUESGA	1	NO	VILLAFRÍA	4,65	4,68	19,49	47,82	78,18	102,85	112,97	106,19	69,40	40,20	15,22	5,49	607,13	1114,50
VILLAMECA	1	NO	VILLAGATÓN	21,48	23,08	32,52	44,66	75,19	97,19	115,61	105,14	71,36	37,85	24,81	19,43	668,32	1053,00
SANTA TERESA	1,05	NO	VILLAGONZALO	15,21	23,85	48,82	69,21	96,03	136,33	164,15	148,69	91,40	50,42	26,13	16,13	886,36	804,30
ÁGUEDA	0,99	NO	VILLALCAMPO	23,42	34,19	54,14	69,10	91,93	151,21	170,76	165,68	117,74	70,42	33,20	28,24	1010,04	601,00
VILLAMECA	1	NO	VILLAMECA	21,48	23,08	32,52	44,66	75,19	97,19	115,61	105,14	71,36	37,85	24,81	19,43	668,32	1008,90
LINARES DEL ARROYO	1	NO	VIRGEN DE LAS VIÑAS	25,77	32,81	68,31	80,50	98,38	130,94	165,90	154,39	101,35	56,81	36,45	24,45	976,07	786,80
LAS COGOTAS	0,97	NO	ZORITA DE LOS MOLINOS	12,58	20,79	42,71	59,89	87,47	135,13	157,85	140,86	88,70	41,63	19,51	13,41	820,54	912,50

Los valores de cota en rojo son estimados

(*) Castrovido: Embalse en construcción en el río Arlanza. Su cota de nivel máximo normal (NMN) es 1.032; se le asigna la evaporación del embalse de Cuerda del Pozo. Se considera profundo (Castrovido Cola no).

(**) La presa está en Portugal. Parte del embalse es frontera con España.

(***) Futuro

Tabla 20. Evaporación asignada a los embalses (año natural)

5.2. Distribución espacial de las principales variables hidrológicas

Se muestran seguidamente algunos mapas de síntesis, del conjunto de mapas para cada mes y para cada variable que constituyen el inventario de recursos y que pueden consultarse accediendo al Sistema de Información de la CHD. Estos mapas son requeridos por el epígrafe 2.4.4 de la IPH que explícitamente señala que en el Plan Hidrológico se presentarán mapas con los valores medios interanuales de las series de precipitación, ETP y ETR, recarga a los acuíferos y escorrentía total.

La información de partida la constituyen los mapas raster de valores mensuales del conjunto de las variables hidrológicas consideradas (precipitación, temperatura, evapotranspiración potencial, evapotranspiración real, infiltración, escorrentía subterránea, escorrentía superficial y escorrentía total) y para el periodo de evaluación definido (año hidrológico 1940/41 a 2005/06).

Los mapas anuales se han obtenido por sumas de la secuencia mensual de cada año hidrológico. Se representan los mapas medios de las variables indicadas en la Instrucción de Planificación Hidrológica.

5.2.1. Fase atmosférica: precipitación, temperatura, evapotranspiración potencial e índice de aridez.

A continuación se incluyen unas figuras con la distribución espacial de la precipitación y evapotranspiración media total anual (mm/año) y del índice de aridez en la parte española de la Demarcación Internacional del Duero.

En la parte española de la demarcación hidrográfica del Duero, la precipitación total anual se encuentra en torno a los 48.251,5 hm³, como media de los valores de la serie registrada, completada e interpolada en la red de pluviómetros existentes con datos desde el año 1940/41 hasta 2005/06, oscilando entre valores máximos de 67.295,2 hm³ en los años más húmedos y mínimos de 29.661,1 hm³ en el año más seco. En valores expresados en mm, la cifra media que se obtiene es de 611,9, con un valor máximo de 853,3 y un valor mínimo de 376,1 (ver Tabla 24 y Tabla 25).

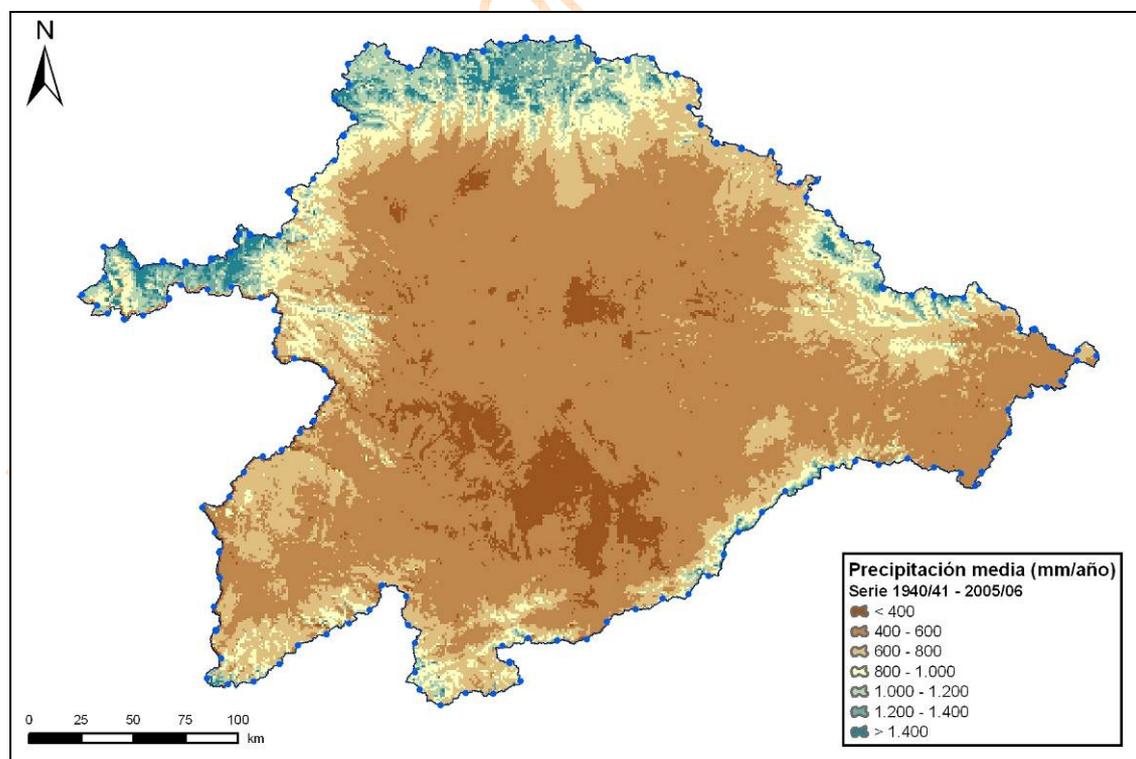


Figura 18. Distribución espacial de la precipitación total anual (mm/año). Serie larga.

La variabilidad interanual, que se muestra errática espacial y temporalmente, es también un rasgo característico en las precipitaciones. Es claro que las mayores precipitaciones se dan en la orla montañosa periférica, en particular en la parte septentrional de la cuenca, y las precipitaciones más bajas en la zona centro meridional. Así, encontramos valores locales superiores a los 1.800 mm en el alto Tera y superiores a los 1.500 en la montaña de León. En el Sistema Central y en la Cadena Ibérica las precipitaciones no son tan elevadas, no llegando a sobrepasar normalmente los 1.000 mm/año. Los valores más bajos, dentro de la isoyeta media de 400 mm, se dan en el Bajo Duero, entre Salamanca, Zamora y Valladolid.

Por otra parte, la distribución temporal intraanual de estas precipitaciones se caracteriza por la heterogeneidad, habiendo meses bastante lluviosos (fundamentalmente los meses de otoño y primavera) y meses secos (verano). Igual sucede en cuanto a la distribución espacial de estas precipitaciones, existiendo subzonas como Támega-Manzanas con valores medios de precipitación anual en torno a los 1.019 mm, con máximos de 2.017 mm, y zonas como el Bajo Duero donde las precipitaciones son mucho más escasas, con valores medios anuales de 429 mm y mínimos de 243 mm.

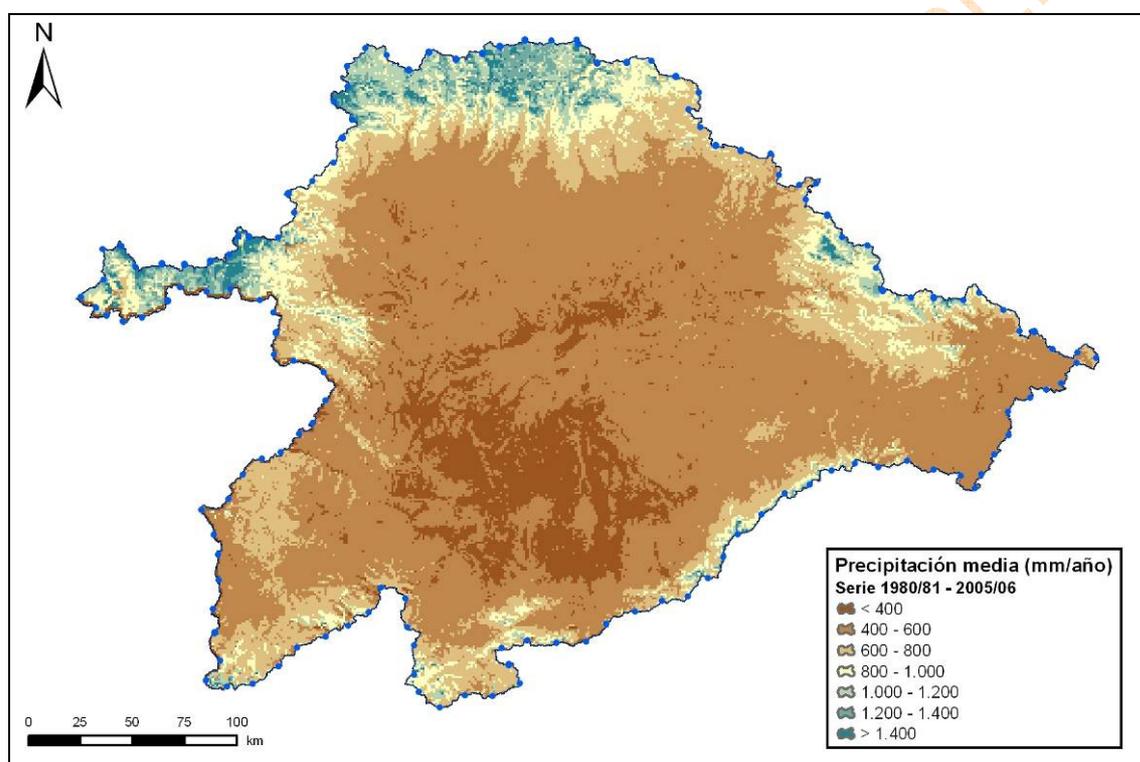


Figura 19. Distribución espacial de la precipitación total anual (mm/año). Serie corta.

El mapa de isotermas medias muestra que las zonas más frías de la cuenca española del Duero son las de los bordes sur, este y especialmente norte, donde no llegan a alcanzar una temperatura media anual de 4 °C, mientras que las más cálidas corresponden al centro y subzona del Águeda (11 °C a 13 °C) y sobre todo en los alrededores de los embalses de Bemposta y Pocinho, donde se superan los 15 °C de temperatura media. La zona centro se sitúa entre los 10 y 11 °C.

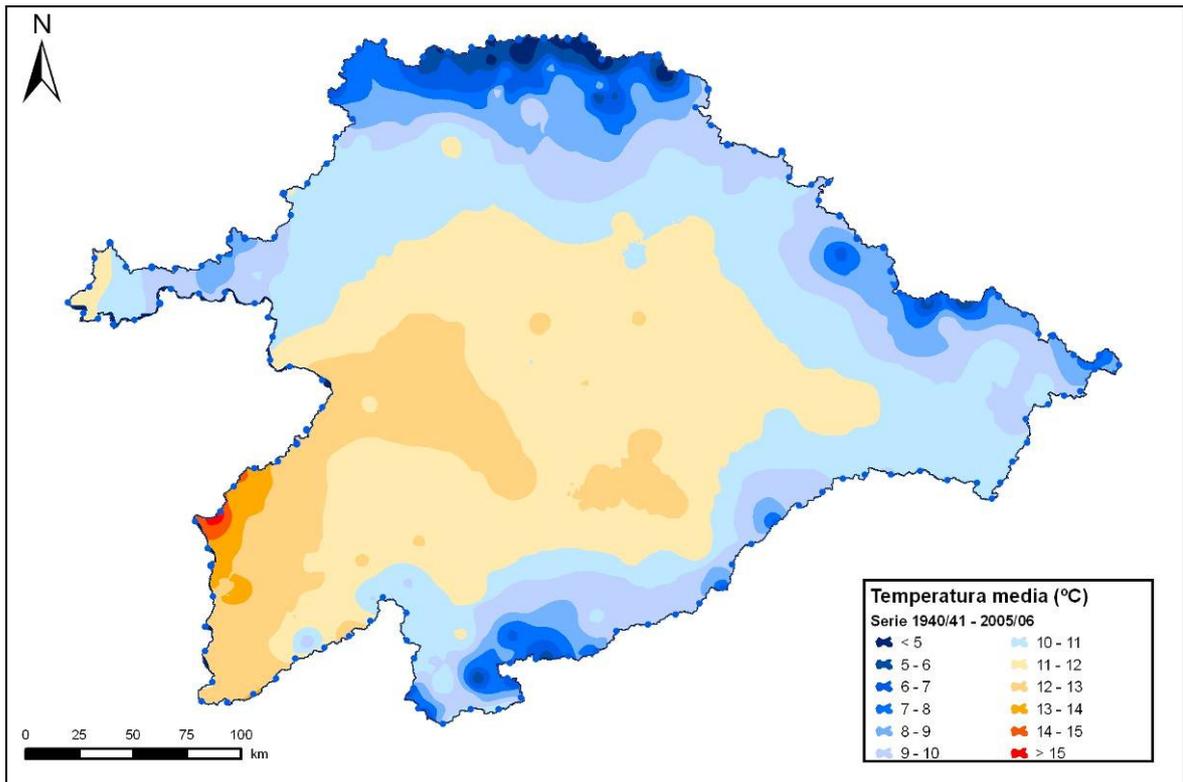


Figura 20. Distribución espacial de la temperatura media anual (°C). Serie larga.

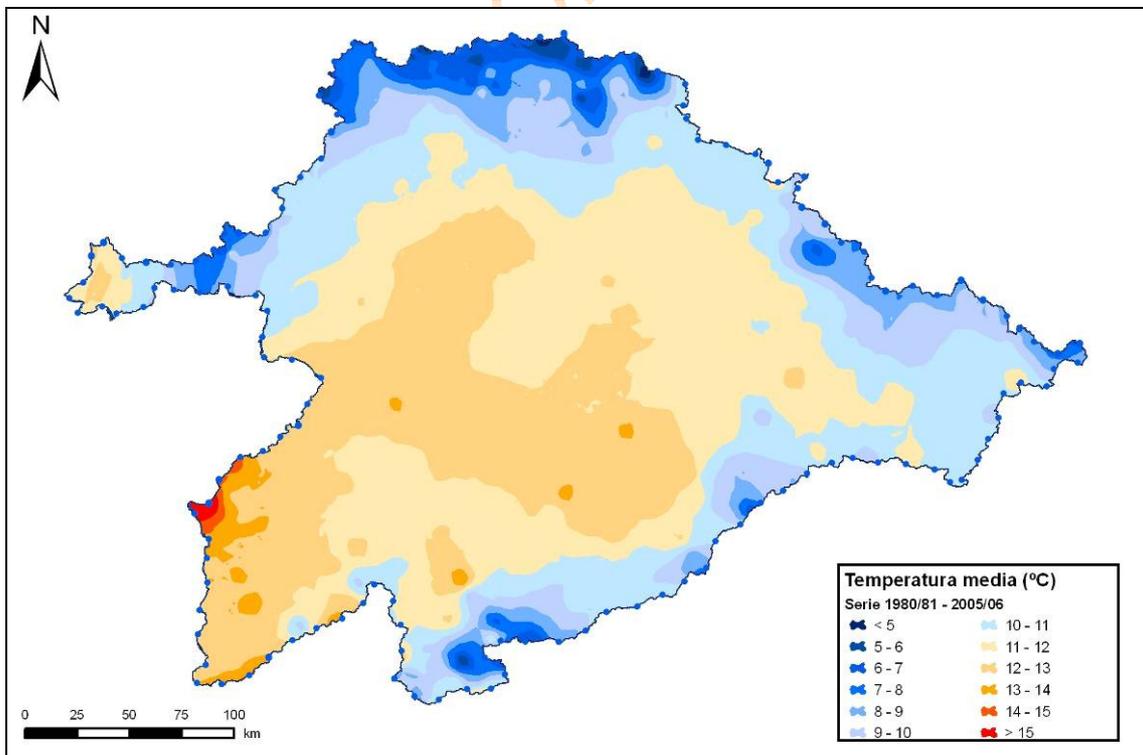


Figura 21. Distribución espacial de la temperatura media anual (°C). Serie corta.

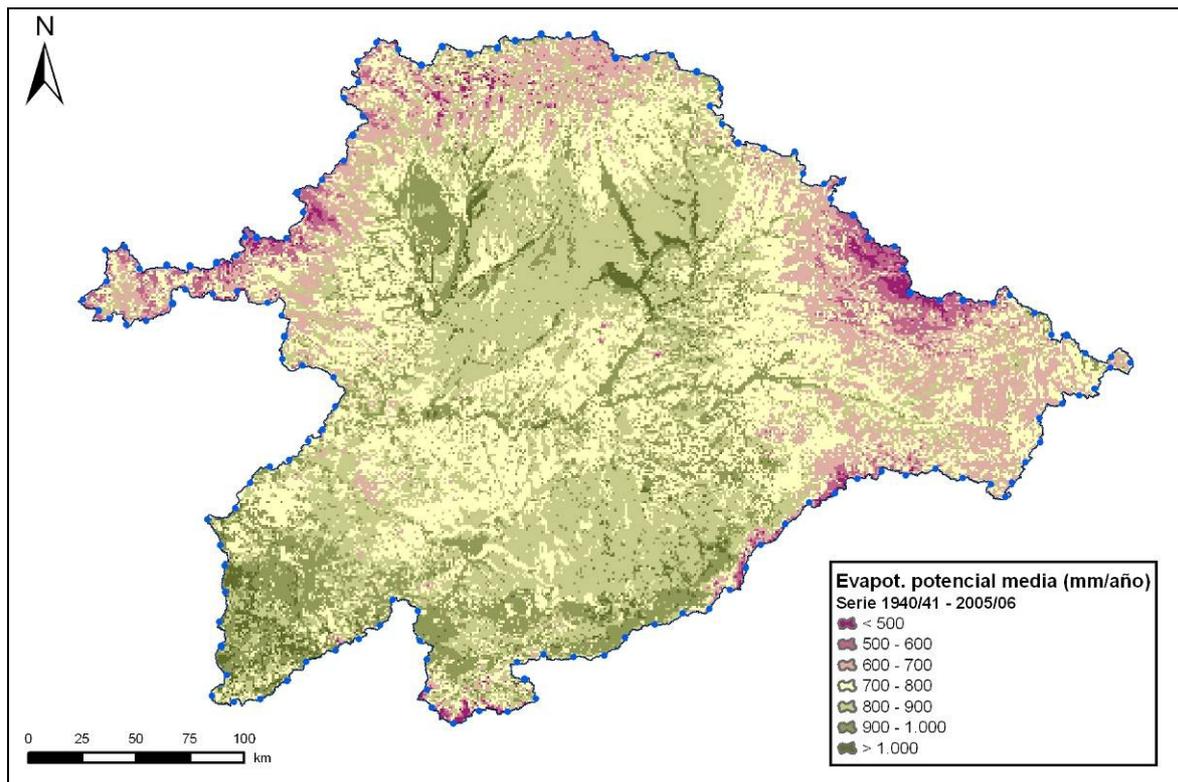


Figura 22. Distribución espacial de la evapotranspiración potencial total anual (mm/año). Serie larga.

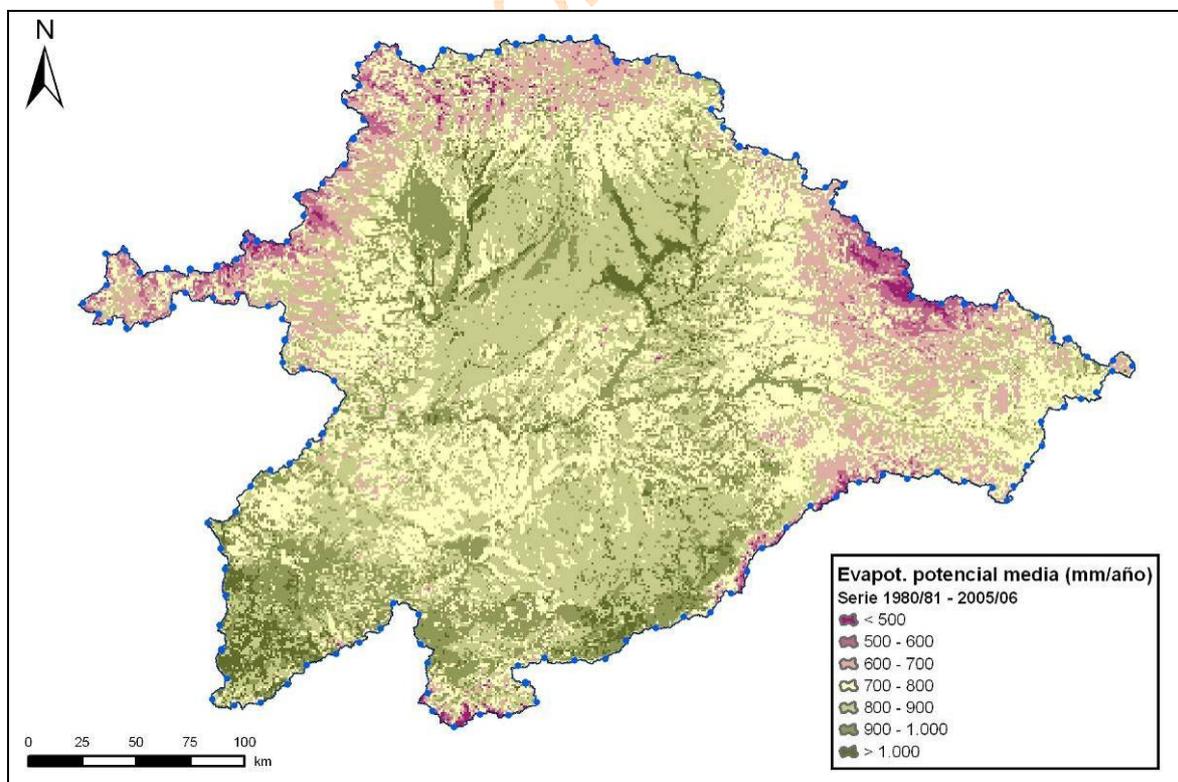


Figura 23. Distribución espacial de la evapotranspiración potencial total anual (mm/año). Serie corta.

ÍNDICES DE ARIDEZ

Los índices de aridez son índices bioclimáticos que consideran como dato fundamental la precipitación caída a lo largo del año (como fuente de agua) y la temperatura o la evapotranspiración potencial (como indicador de la capacidad para evaporar del clima). Se indican a continuación tres de los más conocidos.

Índice o pluvi factorial de LANG

Está definido por medio de la expresión: $Pf = P/tm$

P: precipitación media anual en mm.

tm: temperatura media anual en °C

Nos define las zonas indicadas en la siguiente tabla:

Valor de Pf	Zona
0 - 20	Desiertos
20 - 40	Árida
40 - 60	Húmedas de estepa y sabana
60 - 100	Húmedas de bosques claros
100 - 160	Húmedas de grandes bosques
> 160	Perhúmedas con prados y tundras

Tabla 21. Valores del índice de aridez o pluvi factorial de LANG

Índice de aridez de DE MARTONNE

Representado por la formulación:

$$Ia = P/[tm+10] \quad P : \text{precipitación media anual en mm.} \quad tm : \text{temperatura media anual en } ^\circ\text{C}$$

De naturaleza similar al índice anterior, es más apropiada para climas fríos al adicionar una constante al denominador y evitar, de esta manera, los valores negativos. El valor que se suma a la temperatura del denominador es el 10, valor que se cambia por el siete en la propuesta de delimitación de zonas húmedas y secas de Köppen.

La zona se determina según los rangos:

Valor de Ia	Clima
0 - 5	Hiperárido / árido extremo (desiertos)
5 - 10/15	Árido (estepario, semidesierto)
10/15 - 20	Semiárido de tipo mediterráneo
20 - 30	Subhúmedo
30 - 60	Húmedo
> 60	Perhúmedo

Tabla 22. Valores del índice de DE MARTONNE

Según De Martonne el índice también se puede aplicar para cada mes. La fórmula es similar a la anterior, pero con los valores medios mensuales y multiplicando por doce:

$$Iai = 12 * Pi/[tmi+10]$$

Pi : precipitación media mensual en mm tmi : temperatura media mensual en °C

Según el autor, son meses de actividad vegetativa para la vegetación aquellos en los que la temperatura media es superior a 3 °C (valor inferior al de 6°C fijado por otros autores) y en los que el índice de aridez mensual es superior a 20.

Índice de aridez de la UNEP (United Nations Environment Programme)

El índice de aridez es la relación entre la precipitación y la evapotranspiración potencial para un período determinado.

$$I = P/ETP$$

P = Precipitación media anual (mm) ETP = Evapotranspiración potencial media anual (mm)

Define las zonas:

Valor de I	Clima
< 0.05	Hiperárido / extremadamente árido
0.2 – 0.05	Árido
0.5 – 0.2	Semiárido
0.65 – 0.5	Subhúmedo – seco
> 0.65	Húmedo

Tabla 23. Valores del índice de aridez de la UNEP

- Zonas hiperárida. Apenas vegetación perenne, la vegetación anual y el pastoreo son, en general, inviables.
- Zona árida. El pastoreo es posible pero no se aconseja la agricultura de regadío.
- Zona semiárida. Es posible el buen pastoreo y el regadío, aunque con gran variabilidad en las producciones.
- Zona semihúmeda. La variabilidad interanual de las precipitaciones es baja. La agricultura puede tener un uso normal.
- Zona húmeda. Desarrollo de vegetación natural perenne. Zona de predominio del pastoreo.

El valor anual del índice de aridez I, calculado con los promedios anuales, es recomendado por la FAO para identificación de áreas propensas a la desertificación, en el caso de que sea inferior a un valor dado. El análisis de su comportamiento durante el año es una herramienta sencilla que permite establecer épocas de siembra y cosecha.

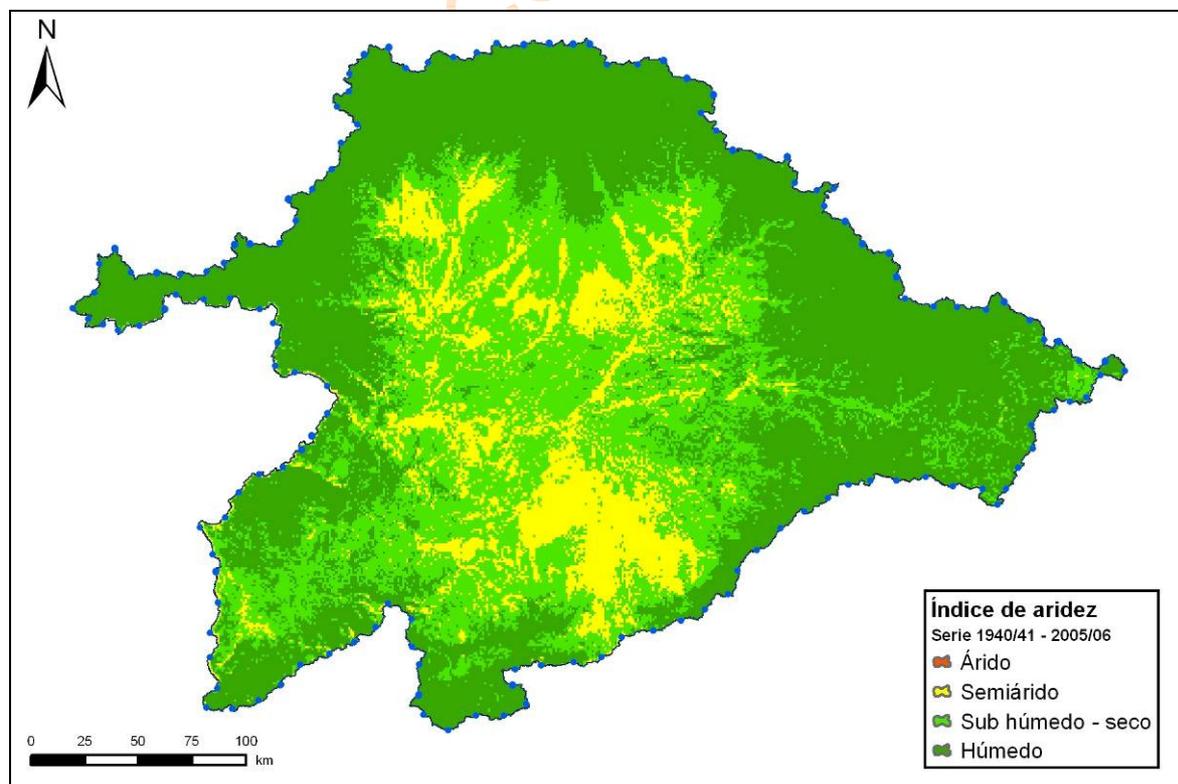


Figura 24. Índice de aridez (Precipitación/Evapotranspiración potencial). Serie larga.

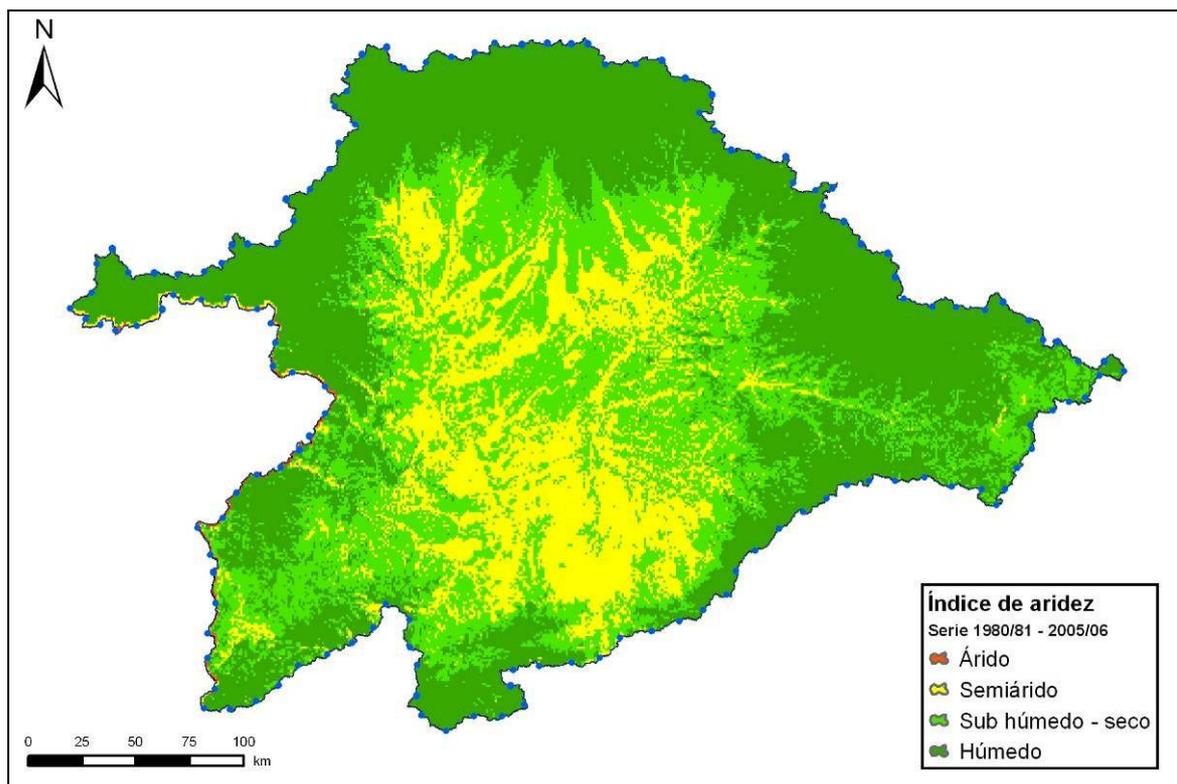


Figura 25. Índice de aridez (Precipitación/Evapotranspiración potencial). Serie corta.

La Figura 24 y la Figura 25 muestran el resultado de aplicar esta clasificación a las celdas de un kilómetro cuadrado en que se ha desarrollado el estudio de recursos. Se reconoce una zona húmeda que orla toda la cuenca y un ámbito central en el que alternan las zonas semihúmedas y semiáridas, con mayor representación de estas últimas en la zona centro meridional de la cuenca española del Duero.

5.2.2. Fase terrestre: Evapotranspiración real, infiltración, escorrentías totales, superficiales y subterráneas.

5.2.2.1. Evapotranspiración

La evapotranspiración incluye dos fenómenos físicos diferenciados: la evaporación y la transpiración. Por tanto, la evapotranspiración evalúa la cantidad de agua que pasa a la atmósfera en forma de vapor de agua a través de la evaporación y de la transpiración de la vegetación.

Es muy importante diferenciar entre evapotranspiración potencial (ETP) y evapotranspiración real (ETR). La ETP sería la evapotranspiración que se produciría si la humedad del suelo y la cobertura vegetal estuvieran en condiciones óptimas. La ETR es la evapotranspiración real que se produce en las condiciones reales existentes, dependiendo por tanto, de la precipitación, la temperatura, la humedad del suelo y del aire, del tipo de cobertura vegetal del suelo y del estado de desarrollo de la misma.

En la parte española de la demarcación se obtiene un valor promedio de ETP para la serie larga de 792 mm que se eleva ligeramente hasta 802 mm considerando la serie corta. Ahora bien, en términos de ETR estos valores se reducen a 431 mm para la serie larga y 423 mm para la serie corta. Los valores máximos de ETR se dan en la zona centro oriental de la parte española de la demarcación, donde predominan los cultivos de plantas herbáceas en regadío alternando con zonas cerealistas de secano.

Se muestran a continuación los mapas de las distribuciones espaciales de ETR.

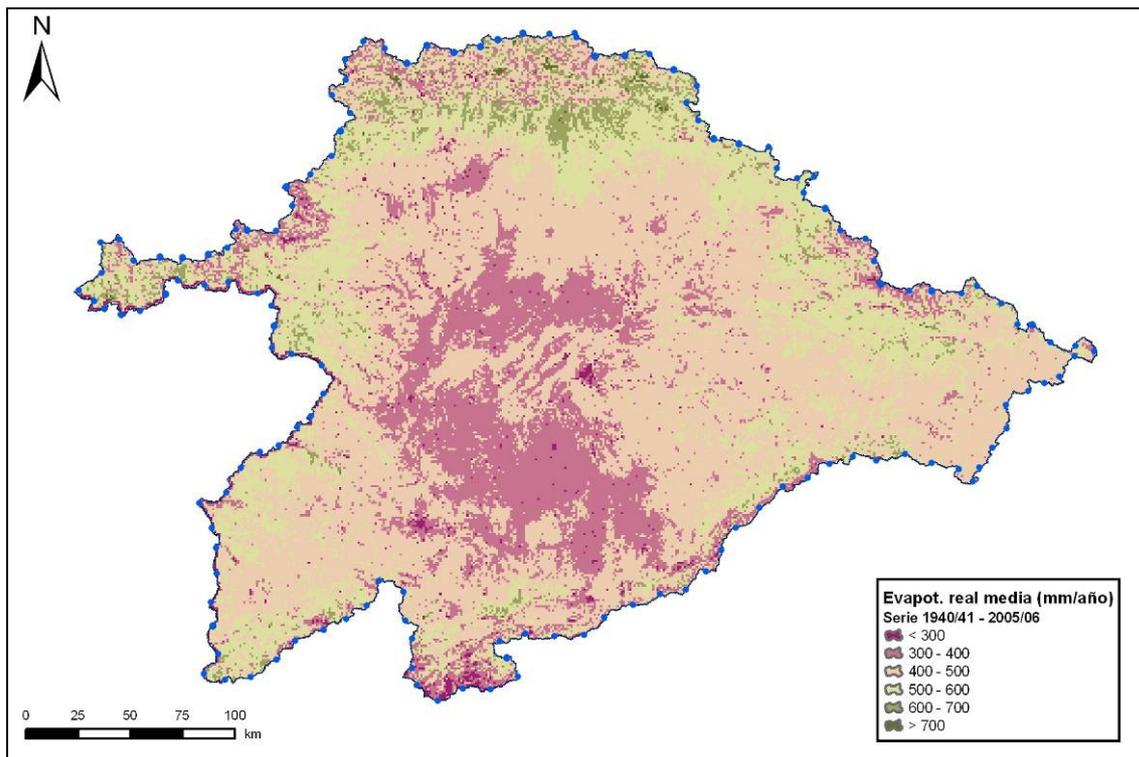


Figura 26. Distribución espacial de la evapotranspiración real total anual (mm/año). Serie larga.

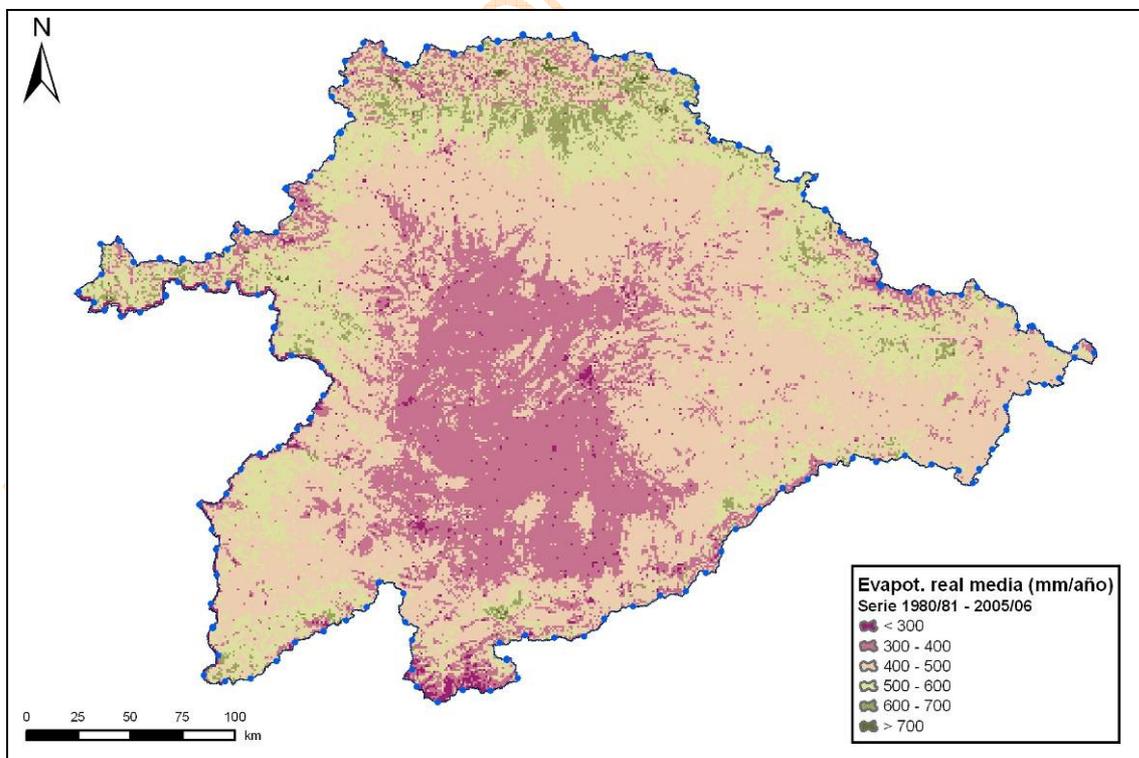


Figura 27. Distribución espacial de la evapotranspiración real total anual (mm/año). Serie corta.

5.2.2.2. Recarga a los acuíferos

La determinación de la recarga a los acuíferos es compleja pues depende de varios factores no siempre de fácil cuantificación, destacando entre ellos la infiltración y las transferencias laterales. Además, parte del agua que se infiltra puede ser rechazada por el acuífero, en particular cuando el volumen de infiltración anual supera la capacidad de las reservas que el acuífero puede almacenar, configurando con ello un determinado balance entre entradas y salidas que da lugar a la estimación de los recursos subterráneos disponibles, que se han presentado previamente en la Tabla 5.

El modelo SIMPA no considera el valor límite de reservas, por lo que siempre que puede valora la infiltración sin rechazarla. Los datos areales que aquí se presentan (Figura 28 y Figura 29) expresan esa infiltración bruta calculada por el modelo en cifras anuales promedio. Los valores más altos de esta infiltración bruta se dan en las zonas con mayor régimen pluviométrico, en zonas de alta montaña y cabeceras de los ríos, si bien una corrección del rechazo producido en algunas de estas masas supone un descenso en el valor real de la infiltración de agua en ellas. Para calcular este rechazo se han identificado los lugares con unas características geológicas que las sitúan en acuíferos con porosidades eficaces bajas como los situados en zonas metamórficas, que cuentan con una zona de alteración superficial que actúa como el verdadero acuífero en los relieves paleozoicos de la cuenca situados al sur y oeste. Cuando la capacidad de alojar agua en estas masas se ve sobrepasada por el valor que SIMPA les concede se calcula como recarga rechazada, que se identifican como sobrantes de recarga y que generarán escorrentía superficial en la extensión de la masa.

El cálculo de la recarga rechazada, que se ha cifrado en 1.857 hm³/año como valor promedio, se ha realizado a partir de una estimación de las reservas que pueden llegar a almacenar las masas de agua subterránea. Los valores de reservas son, en general, enormes y están situadas a una determinada profundidad; por consiguiente, la mayor parte de las masas de agua admiten la recarga que reciben, pero esto puede no ser así en las masas de agua desarrolladas sobre los granitoides o las rocas metamórficas del dominio hercínico-varisco (Gredos, Sierra de Ávila, Guadarrama-Somosierra, Vilardevós-Laza y otras) así como en aquellas otras de reducida permeabilidad regional (Sierra de Cameros).

Se muestran a continuación los mapas de distribuciones espaciales de infiltración.

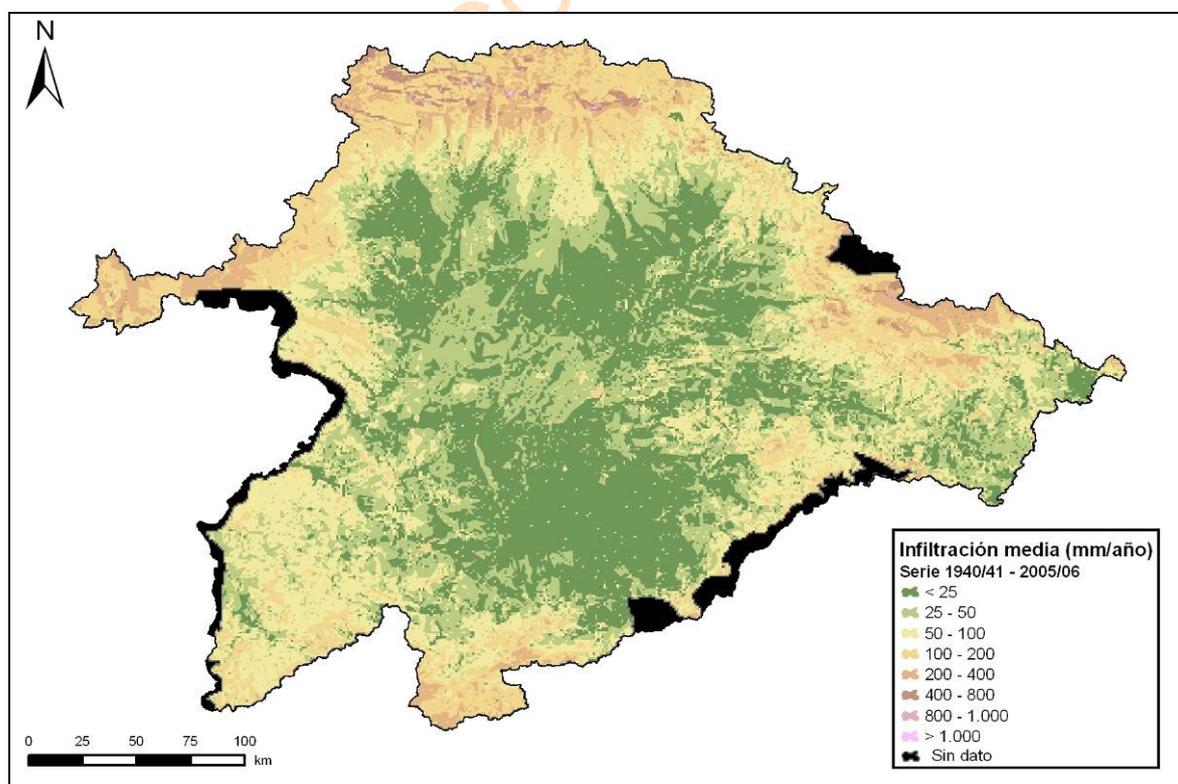


Figura 28. Distribución espacial de la infiltración total anual (mm/año). Serie larga.

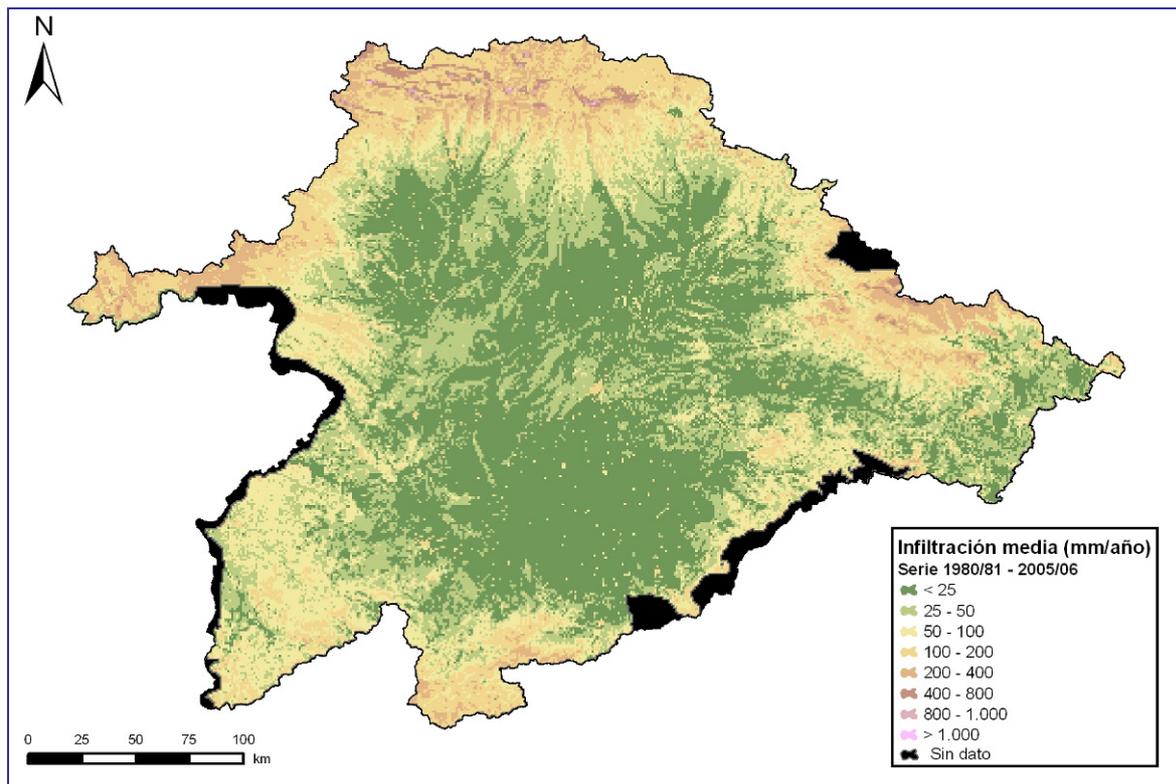


Figura 29. Distribución espacial de la infiltración total anual (mm/año). Serie corta.

Los valores de las transferencias laterales que se calculan en cada masa provienen de estudios de coeficientes de agotamiento de los ríos de la cuenca. Estas transferencias siguen el sentido del flujo subterráneo general de la cuenca en el que las aguas se dirigen de forma generalizada hacia el curso del río Duero, pasando a formar parte de las entradas y salidas de agua de cada masa en el cómputo global. Son de destacar las entradas laterales en la masa Terciario detrítico bajo los Páramos, en el que suponen el único valor que se contabiliza como entrada de agua, ya que se encuentra confinado bajo un manto semipermeable de margas y arcillas que imposibilitan la entrada de agua de lluvia en su vertical. Se alimenta así de las transferencias subterráneas de las masas situadas en su perímetro, exceptuando las masas situadas al oeste de la masa confinada, donde el flujo subterráneo general, y por tanto las transferencias laterales salientes de estas masas, es hacia el oeste.

Las zonas centrales de la cuenca han sufrido un descenso notable en las últimas décadas ligadas al desarrollo de explotaciones por bombeo, llegando en algunas localizaciones específicas donde los descensos acumulados son elevados, a un cambio del régimen de los ríos que circulan por esos lugares.

Así, las zonas de los Arenales y Medina del Campo se ven afectadas por estos descensos y los valores de escorrentía total que se observan en ellos son bastante bajos. Las condiciones que influyen en estos valores derivan de las pérdidas de caudal en los ríos perdedores, así como la geología característica de estas masas consistente en arenas eólicas y materiales con una porosidad eficaz elevada, que unidos a las bajas pendientes, favorecen una infiltración rápida y no da lugar a grandes escorrentías superficiales.

5.2.2.3. Escorrentía total

La escorrentía total natural es la lámina de agua que circula en una determinada cuenca de drenaje, es decir, la altura en milímetros de la precipitación escurrida superficial y subterráneamente restando la evapotranspiración real que se produce fundamentalmente desde el sistema suelo-cobertura vegetal. El modelo SIMPA ha realizado esta estimación de acuerdo con sus algoritmos de cálculo (Apéndice 1). No incluye algunos mecanismos que intervienen en la contabilidad del ciclo hidrológico y que, en algunas zonas pueden llegar a ser significativos; tal es el caso de las precipitaciones horizontales (nieblas, rocíos, escarchas...) o de las transferencias laterales subterráneas entre las celdas de la modelación.

Hechas estas salvedades, el resultado obtenido se muestra en los mapas siguientes. En síntesis puede decirse que en la parte española de la demarcación hidrográfica del Duero la escorrentía total interanual media alcanza un valor del orden de los 160 mm, con máximos que llegan a superar localmente los 1.000 mm en las cumbres noroccidentales y mínimos anuales por debajo de los 50 mm en la zona central de la cuenca. Analizando la distribución mensual, los valores máximos (del orden de los 20 mm/mes) se producen entre diciembre y abril, y los más bajos (del orden de los 5 mm/mes) en julio, agosto y septiembre

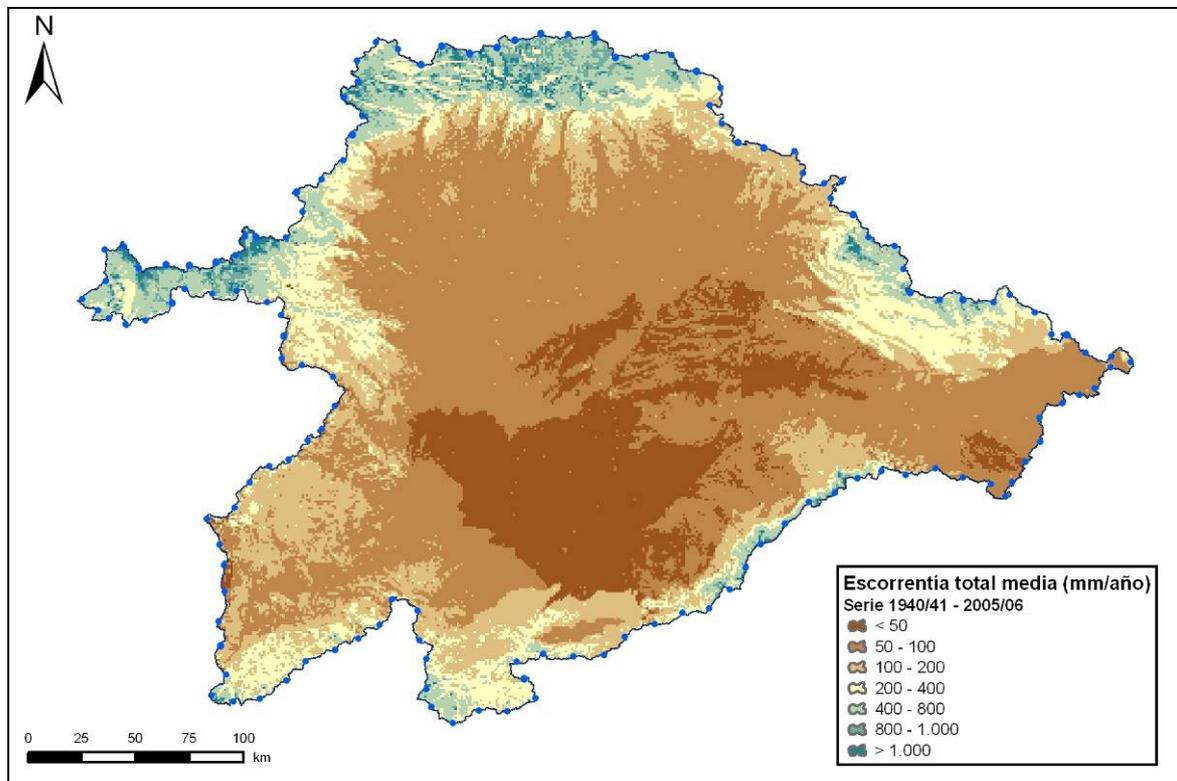


Figura 30. Distribución espacial de la escorrentía total anual (mm/año). Serie larga.

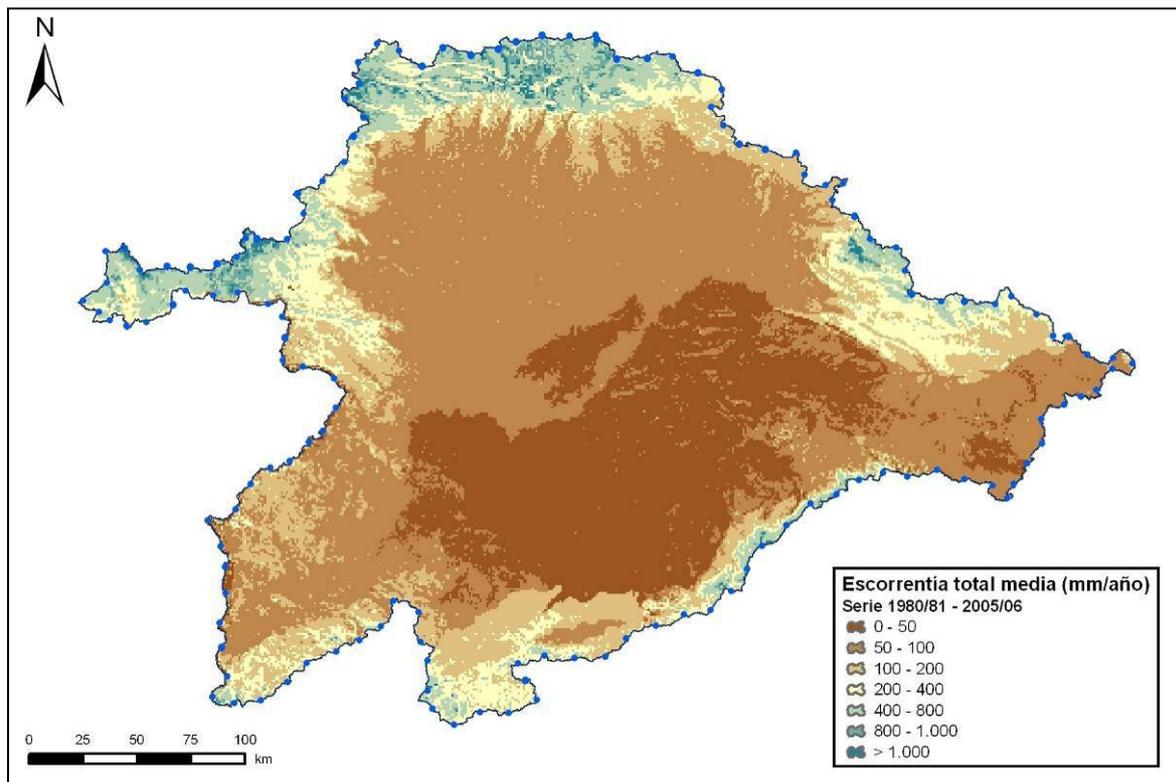


Figura 31. Distribución espacial de la escorrentía total anual (mm/año). Serie corta.

5.3. Estadísticos de las series hidrológicas en la demarcación y zonas consideradas

De acuerdo con la IPH, el Plan Hidrológico debe exponer algunos estadísticos de las series al objeto de obtener una imagen descriptiva de su comportamiento. Todos los datos se recogen en las fichas que se incluyen al final del anejo, una para cada masa de agua de la categoría río. Entre los estadísticos calculados cabe destacar estimadores centrales (promedio y mediana) y estimadores de la forma de la distribución (percentiles, desviación típica, coeficiente de variación y sesgo), finalmente se incluyen descriptores de la persistencia de las series (coeficientes de autocorrelación).

El **promedio** se ha calculado como media aritmética de las series mensuales y anuales. La **mediana** como el valor del percentil 50. Así pues, mientras que el valor promedio informa de la aportación media, la mediana informa de lo que acontece, al menos, en el 50% de las ocasiones. En una serie estadística normal o natural, media y mediana coinciden, sin embargo en las series hidrológicas no alteradas es frecuente que la mediana sea inferior al valor promedio, lo que determina la existencia de un **sesgo**, en general con valor positivo (ver Figura 40 y Figura 41).

Los **percentiles** informan sobre la forma de la distribución, indicando el valor que se supera en un determinado porcentaje de ocasiones. Se han calculado las correspondientes al 10, 25, 50 (mediana), 75 y 90, tanto para las series anuales como para las mensuales.

La **desviación típica** indica el valor que en una distribución normal sumado y restado a la media englobaría el 67% de los casos. Valores bajos indican series agrupadas en torno a la media y valores altos indican dispersión. Ahora bien, para comparar dispersiones a escalas distintas resulta muy explícito el **coeficiente de variación**, ya que es una medida invariante ante los cambios de escala impuestos por la distribución zonal de las series hidrológicas. Se calcula como el cociente entre la desviación típica y la media, por tanto es típicamente menor que 1, y no debe ser superior a 1,5 ya que reflejaría posibles fuentes de heterogeneidad en los datos (ver tablas a continuación, Figura 38 y Figura 39).

En los apéndices II y III de este anejo se incluyen fichas con las series de precipitación, temperatura, evapotranspiración potencial, evapotranspiración real, infiltración y aportaciones naturales ajustadas por subzona de la cuenca y las series de aportación por masa de agua superficial, sus estadísticos y una gráfica. La información se distribuye de la siguiente forma: Cada hoja es una ficha de una masa de agua río. La primera página incluye el número y nombre de la masa de agua, los estadísticos mínimo, máximo, promedio, percentiles 10, 25, 50 (mediana), 75 y 90, desviación típica, coeficiente de variación y coeficiente de sesgo

para los 12 meses y para el año, y el coeficiente de autocorrelación anual; incluye también el listado mensual de aportaciones de la serie larga (años hidrológicos 1940/41 a 2005/06) y la suma para cada año. La segunda página de la ficha incluye los siguientes estadísticos para las series larga y corta (años hidrológicos 1980/81 a 2005/06) para los meses y los años: promedios y la relación entre ambos en %, los promedios afectados por una disminución del 6% (correspondiente al porcentaje de disminución debido al cambio climático estimado en la parte española de la DHD), las aportaciones mínimas, máximas, las medianas, la desviación típica, el coeficiente de variación, el de sesgo y el de autocorrelación. Finalmente un gráfico de barras con los valores anuales y la línea de tendencia para la serie larga.

Respecto de la información mostrada en las series de los apéndices, los libros Excel con las series de aportaciones y de las otras variables mencionadas contienen información adicional en diversas pestañas, como por ejemplo los estadísticos y gráficas de las series de aportaciones por masa sin acumular. Dichas series pueden consultarse en el Sistema de Información de la CHD – MÍRAME-IDEDuero – (www.chduero.es; www.mirame.chduero.es).

Se muestran a continuación los estadísticos básicos de las series anuales de precipitación ($\text{hm}^3/\text{año}$ y $\text{mm}/\text{año}$), temperatura ($^{\circ}\text{C}$), evapotranspiración potencial ($\text{hm}^3/\text{año}$ y $\text{mm}/\text{año}$), evapotranspiración real y aportación total ($\text{hm}^3/\text{año}$) en las subzonas de la parte española de la DHD.

BORRADOR CONSULTA PÚBLICA

5.3.1. Series Anuales

5.3.1.1. Precipitación

(Valores en hm ³ /año)	Media aritmética	Máximo	Mínimo	Desviac. típica	Coef. de variación	Coef. de sesgo	1er coef. autocorr
1. Támega-Manzanas	1.948,5	3.856,9	1.189,5	510,4	0,26	1,05	0,15
2. Aliste-Tera	2.247,7	3.695,4	981,8	561,9	0,25	0,44	-0,15
3. Órbigo	3.745,0	5.577,3	2.329,6	791,8	0,21	0,45	-0,12
4. Esla-Valderaduey	6.756,9	9.425,3	4.368,2	1.410,4	0,21	0,27	-0,09
5. Carrión	2.654,9	3.827,8	1.549,6	588,6	0,22	0,14	-0,04
6. Pisuerga	4.238,1	5.812,5	2.739,9	804,9	0,19	0,13	-0,02
7. Arlanza	3.594,2	5.320,3	2.318,2	638,7	0,18	0,26	0,01
8. Alto Duero	5.309,9	8.064,0	2.958,5	971,0	0,18	0,34	-0,10
9. Riaza-Duratón	2.264,2	3.318,8	1.268,7	444,2	0,20	0,30	0,04
10. Cega-Eresma-Adaja	4.033,8	5.594,4	2.402,2	746,5	0,19	-0,08	-0,11
11. Bajo Duero	3.344,7	5.056,4	1.896,0	746,3	0,22	0,12	-0,05
12. Tormes	4.231,7	6.572,4	2.447,5	946,8	0,22	0,32	-0,05
13. Águeda	3.881,8	6.013,8	2.204,8	961,4	0,25	0,26	-0,04
Total parte española de la DHD	48.251,5	67.295,2	29.661,1	9.460,7	0,20	0,18	-0,06

Tabla 24. Estadísticos básicos de las series anuales de precipitación (hm³/año). Serie 1940/41-2005/06.

(Valores en mm/año)	Media aritmética	Máximo	Mínimo	Desviac. típica	Coef. de variación	Coef. de sesgo	1er coef. autocorr
1. Támega-Manzanas	1.019,4	2.017,7	622,3	267,0	0,26	1,05	0,15
2. Aliste-Tera	769,6	1.265,3	336,2	192,4	0,25	0,44	-0,15
3. Órbigo	751,0	1.118,5	467,2	158,8	0,21	0,45	-0,12
4. Esla-Valderaduey	712,5	993,9	432,1	148,7	0,21	0,27	-0,09
5. Carrión	533,4	769,1	311,3	118,3	0,22	0,14	-0,04
6. Pisuerga	600,7	823,8	388,3	114,1	0,19	0,13	-0,02
7. Arlanza	674,4	998,3	435,0	119,8	0,18	0,26	0,01
8. Alto Duero	593,1	900,7	330,5	108,5	0,18	0,34	-0,10
9. Riaza-Duratón	570,0	835,5	319,4	111,8	0,20	0,30	0,04
10. Cega-Eresma-Adaja	511,6	709,5	304,7	94,7	0,19	-0,08	-0,11
11. Bajo Duero	429,0	648,6	243,2	95,7	0,22	0,12	-0,05
12. Tormes	573,0	889,9	331,4	128,2	0,22	0,32	-0,05
13. Águeda	625,6	969,1	355,3	146,5	0,25	0,26	-0,04
Total parte española de la DHD	611,9	853,3	376,1	120,0	0,20	0,18	-0,06

Tabla 25. Estadísticos básicos de las series anuales de precipitación (mm/año). Serie 1940/41-2005/06.

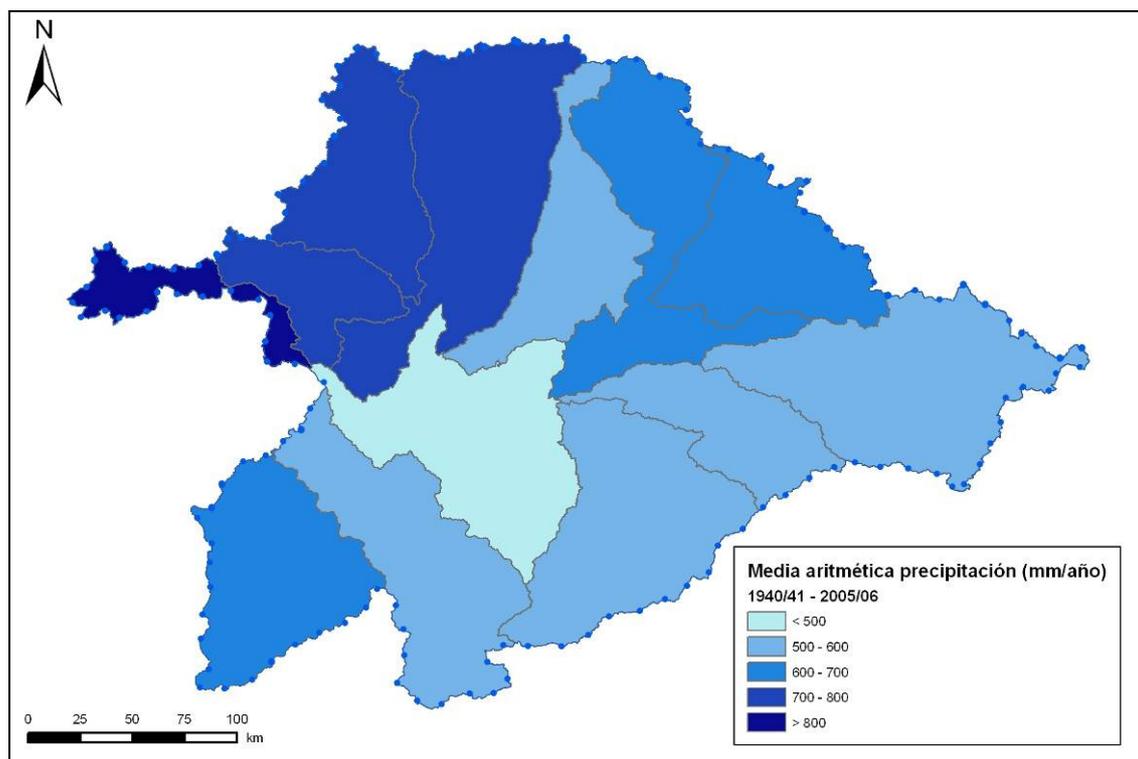


Figura 32. Media aritmética de las precipitaciones por subzona (mm/año). Serie 1940/41-2005/06.

(Valores en hm ³ /año)	Media aritmética	Máximo	Mínimo	Desviac. típica	Coef. de variación	Coef. de sesgo	1er coef. autocorr
1. Tâmega-Manzanas	1.731,0	2.856,5	1.240,0	395,5	0,23	1,19	-0,16
2. Aliste-Tera	2.212,7	3.695,4	1.312,1	575,9	0,26	0,90	-0,24
3. Órbigo	3.619,0	5.577,3	2.612,4	796,0	0,22	0,96	-0,27
4. Esla-Valderaduey	6.559,3	9.401,6	4.368,2	1.442,6	0,22	0,64	-0,36
5. Carrión	2.578,4	3.750,2	1.563,3	630,4	0,24	0,50	-0,24
6. Pisuerga	4.083,3	5.722,4	2.739,9	824,2	0,20	0,50	-0,30
7. Arlanza	3.471,7	4.690,2	2.318,2	617,2	0,18	0,33	-0,20
8. Alto Duero	5.111,8	6.748,9	2.958,5	901,3	0,18	0,05	-0,08
9. Rianza-Duración	2.128,0	2.835,2	1.268,7	366,3	0,17	0,04	-0,03
10. Cega-Eresma-Adaja	3.895,0	5.327,6	2.628,8	673,6	0,17	0,26	-0,08
11. Bajo Duero	3.215,8	4.269,0	1.934,9	672,6	0,21	-0,05	-0,11
12. Tormes	3.913,4	5.379,6	2.447,5	779,2	0,20	0,04	-0,11
13. Águeda	3.712,4	5.563,2	2.204,8	909,3	0,24	0,20	-0,08
Total parte española de la DHD	46.231,8	64.338,4	29.661,1	9.000,0	0,19	0,39	-0,19

Tabla 26. Estadísticos básicos de las series anuales de precipitación (hm³/año). Serie 1980/81-2005/06.

(Valores en mm/año)	Media aritmética	Máximo	Mínimo	Desviac. típica	Coef. de variación	Coef. de sesgo	1er coef. autocorr
1. Támeaga-Manzanas	905,6	1.494,4	648,7	206,9	0,23	1,19	-0,16
2. Aliste-Tera	757,6	1.265,3	449,3	197,2	0,26	0,90	-0,24
3. Órbigo	725,7	1.118,5	523,9	159,6	0,22	0,96	-0,27
4. Esla-Valderaduey	691,7	991,4	460,6	152,1	0,22	0,64	-0,36
5. Carrión	518,1	753,5	314,1	126,7	0,24	0,50	-0,24
6. Pisuerga	578,7	811,1	388,3	116,8	0,20	0,50	-0,30
7. Arlanza	651,4	880,0	435,0	115,8	0,18	0,33	-0,20
8. Alto Duero	571,0	753,8	330,5	100,7	0,18	0,05	-0,08
9. Riaza-Duratón	535,7	713,8	319,4	92,2	0,17	0,04	-0,03
10. Cega-Eresma-Adaja	494,0	675,7	333,4	85,4	0,17	0,26	-0,08
11. Bajo Duero	412,5	547,6	248,2	86,3	0,21	-0,05	-0,11
12. Tormes	529,9	728,4	331,4	105,5	0,20	0,04	-0,11
13. Águeda	598,3	896,5	355,3	146,5	0,24	0,20	-0,08
Total parte española de la DHD	586,2	815,9	376,1	114,1	0,19	0,39	-0,19

Tabla 27. Estadísticos básicos de las series anuales de precipitación (mm/año). Serie 1980/81-2005/06.

A la vista de los datos expuestos en la Tabla 25 y en la Tabla 27 sobre la precipitación registrada en la parte española de la demarcación, el primer dato que destaca es que la serie corta (1980/81-2005/06) ofrece un valor sensiblemente inferior al de la serie larga (1940/41-2005/06), en concreto se pone de manifiesto una diferencia de 25,7 mm, que suponen una disminución de las lluvias del 4,2 %. Todas las subzonas de la cuenca muestran valores inferiores en la serie corta.

El rango entre valores máximos y mínimos es mayor en la serie larga que, excepto para las subzonas vecinas de Aliste-Tera y Órbigo, ofrece máximas mayores, es decir, que se produjeron antes de 1980. Los valores mínimos parecen repartidos en dos ámbitos, el noroccidental donde se registraron también antes de 1980 y el resto de la cuenca donde se han producido en los últimos años. Este diferente comportamiento también se evidencia al observar los valores de la desviación típica que para la serie larga son menores en la zona noroccidental y mayores en el resto; el coeficiente variación refleja este mismo comportamiento de las precipitaciones anuales, evidenciando mayor dispersión en los datos de la serie larga que en los de la corta.

El sesgo de la serie corta de precipitaciones anuales prácticamente duplica al valor del sesgo de la serie larga. En ambos casos son sesgos positivos, es decir, hacia la derecha, mostrando como la media crece respecto a la mediana, es decir, que el valor promedio no ocurre en el 50% de los casos

5.3.1.2. Temperatura

(Valores en °C/año)	Media aritmética	Máximo	Mínimo	Desviac. típica	Coef. de variación	Coef. de sesgo	1er coef. autocorr
1. Támeaga-Manzanas	9,85	12,45	7,70	1,05	0,11	0,10	0,76
2. Aliste-Tera	10,72	12,22	9,23	0,69	0,06	-0,01	0,47
3. Órbigo	10,06	11,73	8,63	0,69	0,07	0,16	0,48
4. Esla-Valderaduey	10,08	11,68	8,79	0,66	0,07	0,39	0,40
5. Carrión	10,76	12,33	9,24	0,57	0,05	-0,03	0,24
6. Pisuerga	10,33	12,05	8,64	0,67	0,07	-0,09	0,44
7. Arlanza	10,00	11,78	8,06	0,68	0,07	-0,11	0,35
8. Alto Duero	10,18	11,60	8,64	0,66	0,07	0,06	0,37

(Valores en °C/año)	Media aritmética	Máximo	Mínimo	Desviac. típica	Coef. de variación	Coef. de sesgo	1er coef. autocorr
9. Riaza-Duración	10,94	12,24	9,79	0,63	0,06	0,38	0,28
10. Cega-Eresma-Adaja	10,77	12,38	9,66	0,65	0,06	0,34	0,29
11. Bajo Duero	11,93	13,74	10,71	0,64	0,05	0,28	0,26
12. Tormes	10,76	12,66	9,39	0,65	0,06	0,30	0,39
13. Águeda	12,19	13,93	10,73	0,64	0,05	0,04	0,25
Total parte española de la DHD	10,67	12,20	9,48	0,59	0,05	0,27	0,29

Tabla 28. Estadísticos básicos de las series anuales de temperatura (°C/año). Serie 1940/41-2005/06.

(Valores en °C/año)	Media aritmética	Máximo	Mínimo	Desviac. típica	Coef. de variación	Coef. de sesgo	1er coef. autocorr
1. Tamega-Manzanas	10,17	11,51	8,40	0,88	0,09	-0,31	0,66
2. Aliste-Tera	10,74	12,10	9,63	0,56	0,05	0,15	0,16
3. Órbigo	10,07	11,37	9,17	0,56	0,06	0,47	0,09
4. Esla-Valderaduey	10,45	11,68	9,44	0,65	0,06	0,38	0,30
5. Carrión	11,02	12,33	10,22	0,53	0,05	0,74	0,01
6. Pisuerga	10,79	12,05	10,00	0,51	0,05	0,71	-0,05
7. Arlanza	10,44	11,78	9,68	0,52	0,05	0,84	-0,02
8. Alto Duero	10,51	11,60	9,83	0,54	0,05	0,47	0,18
9. Riaza-Duración	11,04	12,12	10,18	0,52	0,05	0,39	0,07
10. Cega-Eresma-Adaja	11,17	12,38	10,23	0,57	0,05	0,38	0,15
11. Bajo Duero	12,24	13,74	11,33	0,56	0,05	0,58	0,04
12. Tormes	11,12	12,66	10,19	0,59	0,05	0,61	0,23
13. Águeda	12,57	13,93	11,65	0,58	0,05	0,45	0,10
Total parte española de la DHD	10,95	12,20	10,11	0,53	0,05	0,53	0,11

Tabla 29. Estadísticos básicos de las series anuales de temperatura (°C/año). Serie 1980/81-2005/06.

A partir de los mapas ráster de temperaturas de todos los meses del periodo estudiado (oct/1940 a sep/2006) se han obtenido las series de temperaturas por subzona y para el total de la parte española de la demarcación. Los valores obtenidos son medias mensuales por subzona. Los valores anuales son, a su vez, media de los valores mensuales del año hidrológico (ver Tabla 28 y Tabla 29).

La subzona con la temperatura media histórica más alta es la del Águeda, con un valor de 12,3 °C; en esa misma subzona se dio la temperatura media anual más alta (13,9 °C en el año 1989/90). La subzona con la temperatura media histórica más baja es la del Tamega-Manzanas, con un valor de 9,8 °C; también en esa misma subzona tuvo lugar la temperatura media anual más baja (7,7 °C en el año 1970/71).

Por otro lado, los meses más cálidos se dieron en la subzona del Águeda, con 23,9 °C en jul/1989, ago/1998 y ago/2003, y el mes más frío se dio en la subzona del Arlanza, con una temperatura media de -2,3 °C en feb/1956.

Para el total de la parte española de la DHD la temperatura media mensual es de 10,7 °C (serie larga), el registro de temperatura media anual más alta es de 12,2 °C y el de temperatura más baja de 9,48 °C.

En la Tabla 30 y Tabla 31 se muestran los datos de temperaturas mensuales medias de las máximas diarias y medias de las mínimas diarias (°C) en los principales observatorios de la cuenca del Duero y de los principales embalses, destacando el valor de la media de máximas diarias de 36,0 °C en jul/1967 en el E. Linares del Arroyo y el valor de la media de mínimas diarias de -14,0 °C en ene/1957 en el E. de Camporredondo.

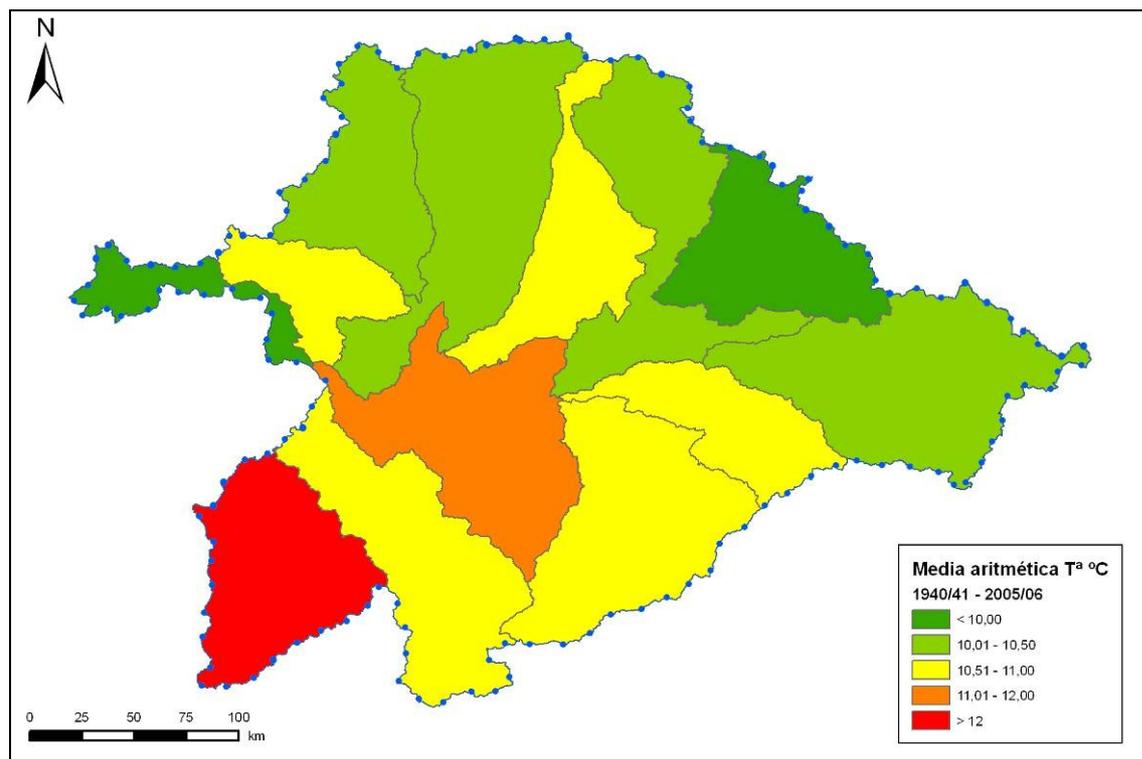


Figura 33. Media aritmética de las temperaturas por subzona (°C/año). Serie 1940/41-2005/06.

Además de los estadísticos reflejados en las dos tablas anteriores se han obtenido a partir de los valores diarios históricos de algunas estaciones termométricas los valores medios mensuales de las temperaturas máximas y mínimas diarias. Dichos valores se muestran en las tablas siguientes.

Temperatura (°C)	Temperatura media de las máximas diarias	Fecha	Temperatura media de las mínimas diarias	Fecha
Ávila (Observatorio)	30,8	8 / 2003	-5,5	1 / 1985
Burgos (Observatorio)	30,3	8 / 1987	-3,8	1 / 1945
Burgos (Villafraía)	32,3	8 / 2003	-6,2	2 / 1956
León (Virgen del Camino)	30,6	8 / 1949	-5,6	2 / 1956
Navacerrada (Puerto)	25,5	8 / 2003	-11,5	2 / 1956
Palencia (Observatorio)	33,8	7 / 1990	-2,0	1 / 1976
Salamanca (Observatorio)	33,0	8 / 2003	-6,2	1 / 2000
Salamanca (Matacán)	33,1	7 / 1947	-5,7	12 / 2001
Segovia (Observatorio)	32,2	8 / 2003	-3,3	2 / 2005
Soria (Observatorio)	31,6	7 / 1994	-7,0	2 / 1956
Valladolid (Observatorio)	33,2	7 / 1994	-3,8	1 / 1981
Valladolid (Villanubla)	31,5	7 / 1994	-6,2	2 / 1956
Zamora (Observatorio)	33,6	8 / 1933	-5,2	2 / 1934

Tabla 30. Datos de temperaturas mensuales medias de las máximas diarias y medias de las mínimas diarias (°C) en los principales observatorios de la cuenca del Duero.

Temperatura (°C)	Temperatura media de las máximas diarias	Fecha	Temperatura media de las mínimas diarias	Fecha
E. del Águeda	34,4	7 / 1986	-6,6	1 / 1976
E. de Aguilar	29,1	8 / 2003	-6,1	12 / 1962
E. de Arlanzón	32,2	7 / 1964	-7,1	1 / 1945
E. de Barrios de Luna	29,4	8 / 2003	-3,5	1 / 1992
E. de Camporredondo	30,2	7 / 1951	-14,0	1 / 1957
E. de Cervera	32,0	7 / 1969	-6,2	1 / 1972
E. de Compuerto	31,2	7 / 1959	-6,1	1 / 1961
E. de Cuerda del Pozo	34,6	7 / 1970	-7,5	12 / 2001
E. de Linares del Arroyo	36,0	7 / 1967	-5,0	1 / 1976
E. del Pontón Alto	30,6	7 / 2006	-9,1	12 / 2001
E. del Porma	29,9	7 / 1967	-7,0	12 / 2001
E. de La Requejada	30,4	8 / 1962	-7,5	12 / 1970
E. de Riaño	29,8	7 / 2006	-6,4	12 / 2001
E. de Sta. Teresa	32,5	8 / 1991	-8,3	1 / 1964
E. de Villameca	32,9	8 / 1949	-6,7	2 / 1956

Tabla 31. Datos de temperaturas mensuales medias de las máximas diarias y medias de las mínimas diarias (°C) en algunos embalses de la cuenca del Duero.

5.3.1.3. Evapotranspiración potencial

(Valores en hm ³ /año)	Media aritmética	Máximo	Mínimo	Desviac. típica	Coef. de variación	Coef. de sesgo	1er coef. autocorr
1. Támega-Manzanas	1.229,62	1.338,94	1.118,83	49,92	0,04	0,09	0,22
2. Aliste-Tera	2.183,23	2.357,45	2.009,04	93,86	0,04	0,00	0,28
3. Órbigo	3.766,57	4.108,79	3.386,86	152,83	0,04	0,02	0,30
4. Esla-Valderaduey	7.543,07	8.004,50	6.963,95	263,21	0,03	-0,09	0,21
5. Carrión	4.150,99	4.427,78	3.701,21	152,98	0,04	-0,54	0,24
6. Pisuerga	5.725,91	6.087,90	5.145,86	186,51	0,03	-0,59	0,10
7. Arlanza	3.745,32	3.988,17	3.399,10	139,40	0,04	-0,61	0,21
8. Alto Duero	6.412,85	6.873,95	5.756,95	234,30	0,04	-0,29	0,23
9. Riaza-Duratón	3.107,31	3.343,72	2.775,41	121,88	0,04	-0,17	0,10
10. Cega-Eresma-Adaja	6.720,87	7.156,76	6.127,03	240,14	0,04	-0,33	0,16
11. Bajo Duero	6.350,81	6.736,94	5.925,97	206,05	0,03	-0,19	0,15
12. Tormes	6.081,31	6.596,48	5.534,04	211,11	0,03	-0,10	0,21
13. Águeda	5.433,85	5.889,99	4.907,98	208,02	0,04	-0,38	0,38
Total parte española de la DHD	62.451,72	66.069,80	57.752,73	2.013,35	0,03	-0,25	0,11

Tabla 32. Estadísticos básicos de las series anuales de ETP (hm³/año). Serie 1940/41-2005/06.

(Valores en mm/año)	Media aritmética	Máximo	Mínimo	Desviac. típica	Coef. de variación	Coef. de sesgo	1er coef. autocorr
1. Támeга-Manzanas	643,28	700,46	585,32	26,11	0,04	0,09	0,22
2. Aliste-Tera	747,53	807,18	687,89	32,14	0,04	0,00	0,28
3. Órbigo	755,35	823,98	679,21	30,65	0,04	0,02	0,30
4. Esla-Valderaduey	795,46	844,12	734,38	27,76	0,03	-0,09	0,21
5. Carrión	834,03	889,65	743,66	30,74	0,04	-0,54	0,24
6. Pisuerga	811,56	862,87	729,65	26,43	0,03	-0,59	0,10
7. Arlanza	702,75	748,32	637,79	26,16	0,04	-0,31	0,21
8. Alto Duero	716,30	767,81	643,04	26,17	0,04	-0,29	0,23
9. Rianza-Duratón	782,30	841,82	698,74	30,69	0,04	-0,17	0,10
10. Cega-Eresma-Adaja	852,37	907,65	777,06	30,46	0,04	-0,33	0,16
11. Bajo Duero	814,63	864,17	760,14	26,43	0,03	-0,19	0,15
12. Tormes	823,41	893,17	749,31	28,58	0,03	-0,10	0,21
13. Águeda	875,68	949,19	790,93	33,52	0,04	-0,38	0,38
Total parte española de la DHD	791,93	837,81	732,35	25,53	0,03	-0,25	0,11

Tabla 33. Estadísticos básicos de las series anuales de ETP (mm/año). Serie 1940/41-2005/06.

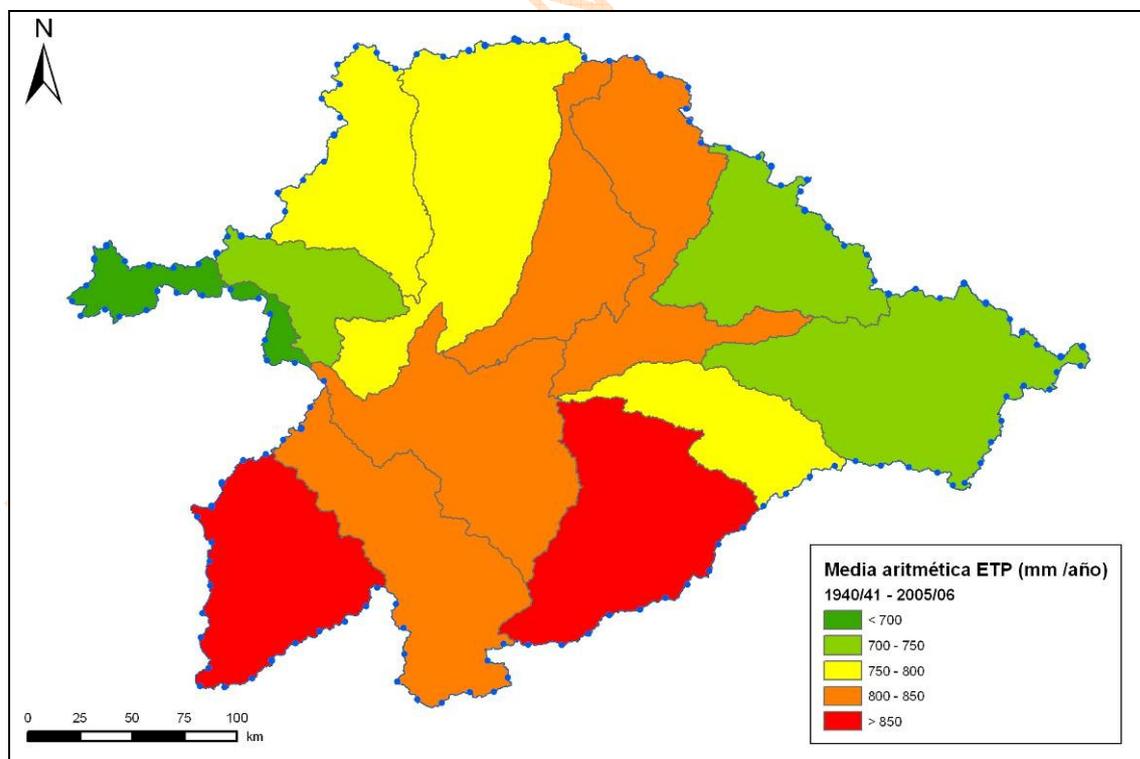


Figura 34. Media aritmética de la ETP por subzona (mm/año). Serie 1940/41-2005/06.

(Valores en hm ³ /año)	Media aritmética	Máximo	Mínimo	Desviac. típica	Coef. de variación	Coef. de sesgo	1er coef. autocorr
1. Támeaga-Manzanas	1.233,63	1.320,55	1.118,83	44,68	0,04	-0,58	0,22
2. Aliste-Tera	2.200,09	2.334,35	2.027,53	84,27	0,04	-0,81	0,19
3. Órbigo	3.767,35	3.963,54	3.509,80	127,05	0,03	-0,57	0,00
4. Esla-Valderaduey	7.635,54	8.004,50	7.101,13	238,33	0,03	-0,37	-0,05
5. Carrión	4.212,98	4.424,25	3.966,63	121,02	0,03	-0,21	-0,12
6. Pisuerga	5.805,65	6.087,90	5.436,89	158,47	0,03	-0,54	-0,17
7. Arlanza	3.827,10	3.988,17	3.596,28	106,04	0,03	-0,38	-0,19
8. Alto Duero	6.578,77	6.873,95	6.171,64	180,88	0,03	-0,36	-0,11
9. Rianza-Duratón	3.140,88	3.318,12	2.931,18	100,23	0,03	-0,31	0,14
10. Cega-Eresma-Adaja	6.842,62	7.156,76	6.387,98	196,43	0,03	-0,63	0,00
11. Bajo Duero	6.391,60	6.713,84	5.932,56	183,98	0,03	-0,49	0,11
12. Tormes	6.102,47	6.359,79	5.768,80	173,03	0,03	-0,39	0,04
13. Águeda	5.509,57	5.806,13	5.181,27	163,43	0,03	-0,58	0,08
Total parte española de la DHD	63.248,24	66.069,80	59.355,07	1.749,91	0,03	-0,55	-0,08

Tabla 34. Estadísticos básicos de las series anuales de ETP (hm³/año). Serie 1980/81-2005/06.

(Valores en mm/año)	Media aritmética	Máximo	Mínimo	Desviac. típica	Coef. de variación	Coef. de sesgo	1er coef. autocorr
1. Támeaga-Manzanas	645,37	690,84	585,32	23,37	0,04	-0,58	0,22
2. Aliste-Tera	753,30	799,27	694,22	28,86	0,04	-0,81	0,19
3. Órbigo	755,51	794,85	703,86	25,48	0,03	-0,57	0,00
4. Esla-Valderaduey	805,21	844,12	748,85	25,13	0,03	-0,37	-0,05
5. Carrión	846,49	888,94	796,99	24,32	0,03	-0,21	-0,12
6. Pisuerga	822,87	862,87	770,60	22,46	0,03	-0,54	-0,17
7. Arlanza	718,10	748,32	674,79	19,90	0,03	-0,38	-0,19
8. Alto Duero	734,84	767,81	689,36	20,20	0,03	-0,36	-0,11
9. Rianza-Duratón	790,76	835,38	737,96	25,23	0,03	-0,31	0,14
10. Cega-Eresma-Adaja	867,81	907,65	810,15	24,91	0,03	-0,63	0,00
11. Bajo Duero	819,87	861,20	760,98	23,60	0,03	-0,49	0,11
12. Tormes	826,28	861,12	781,10	23,43	0,03	-0,39	0,04
13. Águeda	887,88	935,67	834,97	26,34	0,03	-0,58	0,08
Total parte española de la DHD	802,04	837,81	752,67	22,19	0,03	-0,55	-0,08

Tabla 35. Estadísticos básicos de las series anuales de ETP (mm/año). Serie 1980/81-2005/06.

5.3.1.4. Evapotranspiración real

(Valores en hm ³ /año)	Media aritmética	Máximo	Mínimo	Desviac. típica	Coef. de variación	Coef. de sesgo	1er coef. autocorr
1. Támega-Manzanas	1.072,78	1.732,13	753,80	211,08	0,20	0,84	0,06
2. Aliste-Tera	1.469,81	2.167,32	765,11	268,83	0,18	0,28	-0,14
3. Órbigo	2.437,39	3.521,80	1.696,39	400,25	0,16	0,46	-0,04
4. Esla-Valderaduey	4.394,72	6.547,08	2.889,92	721,56	0,16	0,28	0,01
5. Carrión	1.977,01	2.936,24	1.124,14	370,69	0,19	-0,01	0,04
6. Pisuerga	3.102,77	4.254,59	2.027,30	446,39	0,14	-0,07	0,08
7. Arlanza	2.493,63	3.307,12	1.759,21	308,73	0,12	0,19	0,13
8. Alto Duero	3.979,51	5.204,20	2.316,26	495,17	0,12	-0,21	-0,03
9. Riaza-Duratón	1.675,21	2.348,44	954,50	243,17	0,15	-0,16	0,05
10. Cega-Eresma-Adaja	3.018,24	4.086,89	1.856,77	517,41	0,17	-0,23	-0,06
11. Bajo Duero	2.657,79	3.983,84	1.389,28	522,76	0,20	-0,22	0,00
12. Tormes	2.991,54	4.243,38	1.816,42	514,60	0,17	0,09	-0,06
13. Águeda	2.685,03	3.988,28	1.675,88	485,96	0,18	0,20	0,03
Total parte española de la DHD	33.955,43	48.190,32	21.665,68	5.071,76	0,15	0,03	0,00

Tabla 36. Estadísticos básicos de las series anuales de ETR (hm³/año). Serie 1940/41-2005/06.

(Valores en mm/año)	Media aritmética	Máximo	Mínimo	Desviac. típica	Coef. de variación	Coef. de sesgo	1er coef. autocorr
1. Támega-Manzanas	561,22	906,16	394,35	110,42	0,20	0,84	0,06
2. Aliste-Tera	503,26	742,08	261,97	82,05	0,18	0,28	-0,14
3. Órbigo	488,80	706,27	340,20	80,27	0,16	0,46	-0,04
4. Esla-Valderaduey	463,45	690,42	304,76	76,09	0,16	0,28	0,01
5. Carrión	397,23	589,96	225,87	74,48	0,19	-0,01	0,04
6. Pisuerga	439,77	603,03	287,34	63,27	0,14	-0,07	0,08
7. Arlanza	467,89	620,53	330,09	57,93	0,12	0,19	0,13
8. Alto Duero	444,50	581,30	258,72	55,31	0,12	-0,21	-0,03
9. Riaza-Duratón	421,76	591,25	240,31	61,22	0,15	-0,16	0,05
10. Cega-Eresma-Adaja	382,79	518,32	235,48	65,62	0,17	-0,23	-0,06
11. Bajo Duero	340,92	511,02	178,21	67,06	0,20	-0,22	0,00
12. Tormes	405,06	574,56	245,94	69,68	0,17	0,09	-0,06
13. Águeda	432,70	642,72	270,07	78,31	0,18	0,20	0,03
Total parte española de la DHD	430,58	611,09	274,74	64,31	0,15	0,03	0,00

Tabla 37. Estadísticos básicos de las series anuales de ETR (mm/año). Serie 1940/41-2005/06.

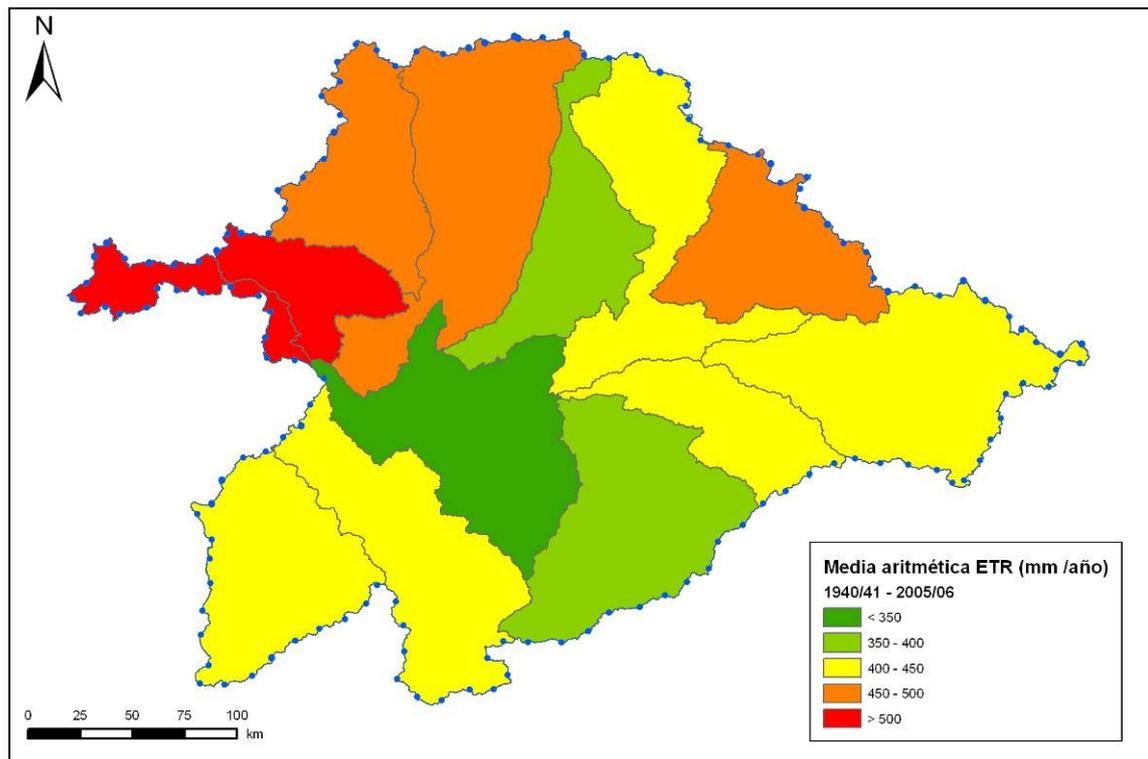


Figura 35. Media aritmética de la ETR por subzona (mm/año). Serie 1940/41-2005/06.

(Valores en hm ³ /año)	Media aritmética	Máximo	Mínimo	Desviac. típica	Coef. de variación	Coef. de sesgo	1er coef. autocorr
1. Tamega-Manzanas	1.050,54	1.551,90	791,56	202,59	0,19	0,92	-0,17
2. Aliste-Tera	1.499,99	2.167,32	997,66	286,60	0,19	0,55	-0,29
3. Órbigo	2.426,65	3.257,91	1.838,57	421,44	0,17	0,40	-0,27
4. Esla-Valderaduey	4.386,31	5.687,39	2.963,43	750,49	0,17	0,15	-0,26
5. Carrión	1.934,20	2.677,91	1.124,14	397,08	0,21	0,12	-0,07
6. Pisuerga	3.046,24	3.999,52	2.027,30	448,98	0,15	0,05	-0,11
7. Arlanza	2.447,89	3.187,48	1.780,91	315,01	0,13	0,20	-0,03
8. Alto Duero	3.924,43	5.204,20	2.316,26	535,84	0,14	-0,23	0,05
9. Riaza-Duratón	1.624,06	2.119,92	954,50	234,10	0,14	-0,33	0,05
10. Cega-Eresma-Adaja	2.948,27	4.078,14	1.861,30	490,23	0,17	0,15	-0,02
11. Bajo Duero	2.567,18	3.330,27	1.389,28	505,48	0,20	-0,44	-0,01
12. Tormes	2.859,26	4.031,97	1.816,42	496,79	0,17	-0,08	-0,04
13. Águeda	2.645,67	3.692,87	1.687,23	510,12	0,19	0,06	0,04
Total parte española de la DHD	33.390,69	42.796,75	21.665,68	5.167,60	0,15	-0,05	-0,08

Tabla 38. Estadísticos básicos de las series anuales de ETR (hm³/año). Serie 1980/81-2005/06.

(Valores en mm/año)	Media aritmética	Máximo	Mínimo	Desviac. típica	Coef. de variación	Coef. de sesgo	1er coef. autocorr
1. Támega-Manzanas	549,59	811,88	414,10	105,98	0,19	0,92	-0,17
2. Aliste-Tera	513,59	742,08	341,59	98,13	0,19	0,55	-0,29
3. Órbigo	486,64	653,35	368,71	84,52	0,17	0,40	-0,27
4. Esla-Valderaduey	462,56	599,76	312,51	79,14	0,17	0,15	-0,26
5. Carrión	388,63	538,06	225,87	79,78	0,21	0,12	-0,07
6. Pisuerga	431,76	566,87	287,34	63,64	0,15	0,05	-0,11
7. Arlanza	464,94	598,08	334,16	59,11	0,13	0,20	-0,03
8. Alto Duero	438,35	581,30	258,72	59,85	0,14	-0,23	0,05
9. Riaza-Duratón	408,88	533,72	240,31	58,94	0,14	-0,33	0,05
10. Cega-Eresma-Adaja	373,91	517,21	236,06	62,17	0,17	0,15	-0,02
11. Bajo Duero	329,30	427,18	178,21	64,84	0,20	-0,44	-0,01
12. Tormes	387,14	545,93	245,94	67,27	0,17	-0,08	-0,04
13. Águeda	426,36	595,12	271,90	82,21	0,19	0,06	0,04
Total parte española de la DHD	423,42	542,69	274,74	65,53	0,15	-0,05	-0,08

Tabla 39. Estadísticos básicos de las series anuales de ETR (mm/año). Serie 1980/81-2005/06.

5.3.1.5. Aportación

Puesto que 284 series de aportaciones obtenidas a partir de SIMPA se han sustituido por series corregidas o ajustadas a régimen natural (ver puntos 5.1 y 5.4), las aportaciones por subzona se obtienen a partir de las aportaciones acumuladas de las masas que se indican en la siguiente tabla.

Zona	Subzona	Aportación de la subzona, es la aportación acumulada de las masas:
A	1. Támega-Manzanas	Se obtiene la aportación a partir de los ráster de SIMPA sobre la subzona.
	2. Aliste-Tera	50 (R. Tera) + 302 (R. Aliste)
	3. Órbigo	49 (R. Órbigo)
	4. Esla-Valderaduey	200666 (E. Ricobayo) + 122 (R. Valderaduey) – (50+302) (Aliste-Tera) – 49 (Órbigo)
B	5. Carrión	155 (R. Carrión) + 126 (R. Sequillo)
	6. Pisuerga	375 (R. Pisuerga) – (159+265) (Arlanza) – 155 (R. Carrión)
	7. Arlanza	159 (R. Arlanza) + 265 (Ayo. de la Vega)
C	8. Alto Duero	825 (R. Duero)
	9. Riaza-Duratón	376 (R. Duero) – 825 (Alto Duero) – 392 (R. Cega)
D	10. Cega-Eresma-Adaja	392 (R. Cega) + 422 (R. Adaja)
	11. Bajo Duero	200670 (R. Duero en E. de Castro) + 352 (Ayo. de la Ribera) – 200666 (E. Ricobayo) – 122 (R. Valderaduey) – 126 (R. Sequillo) – 375 (R. Pisuerga) – 376 (R. Duero) – 422 (R. Adaja)
E	12. Tormes	412 (R. Tormes) + 414 (Ayo. del Pisón) + aportación propia de 200712 (E. Miranda) + 200713 (E. Picote) + 200714 (E. Bemposta)
	13. Águeda	200509 (E. Pocinho) – 200714 (E. Bemposta) – 412 (R. Tormes)
Total parte española de la DHD		200509 (E. Pocinho) + subzona Támega-Manzanas

Tabla 40. Masas cuya aportación conforma la aportación por subzona.

Los estadísticos son los siguientes:

(Valores en hm ³ /año)	Media aritmética	Máximo	Mínimo	Desviac. típica	Coef. de variación	Coef. de sesgo	1er coef. autocorr
1. Támega-Manzanas	997,6	2.682,3	331,1	449,8	0,45	1,15	-0,02
2. Aliste-Tera	955,6	2.688,4	263,1	508,2	0,53	1,19	-0,11
3. Órbigo	1.576,1	3.242,7	740,3	554,8	0,35	0,84	-0,06
4. Esla-Valderaduey	2.919,7	5.611,5	1.491,0	1.019,2	0,35	0,79	0,01
5. Carrión	658,5	1.517,2	255,8	301,3	0,46	1,04	0,00
6. Pisuerga	1.000,8	2.387,6	410,7	480,6	0,48	1,05	0,00
7. Arlanza	936,0	2.078,5	295,5	442,6	0,47	0,77	0,02
8. Alto Duero	1.068,2	3.979,5	236,5	643,9	0,60	1,75	0,11
9. Rianza-Duración	303,2	846,1	70,9	189,3	0,62	1,26	0,22
10. Cega-Eresma-Adaja	644,6	1.401,1	206,9	321,6	0,46	0,50	0,03
11. Bajo Duero	423,2	1.222,5	124,8	261,3	0,62	1,27	0,17
12. Tormes	1.312,4	2.774,0	444,8	615,5	0,47	0,70	-0,13
13. Águeda	985,5	2.563,1	153,7	598,0	0,61	0,77	-0,06
Total parte española de la DHD	13.778,0	28.878,4	6.189,4	5.851,4	0,42	0,79	-0,04

Tabla 41. Estadísticos básicos de las series anuales de aportación total (hm³/año). Serie 1940/41-2005/06.

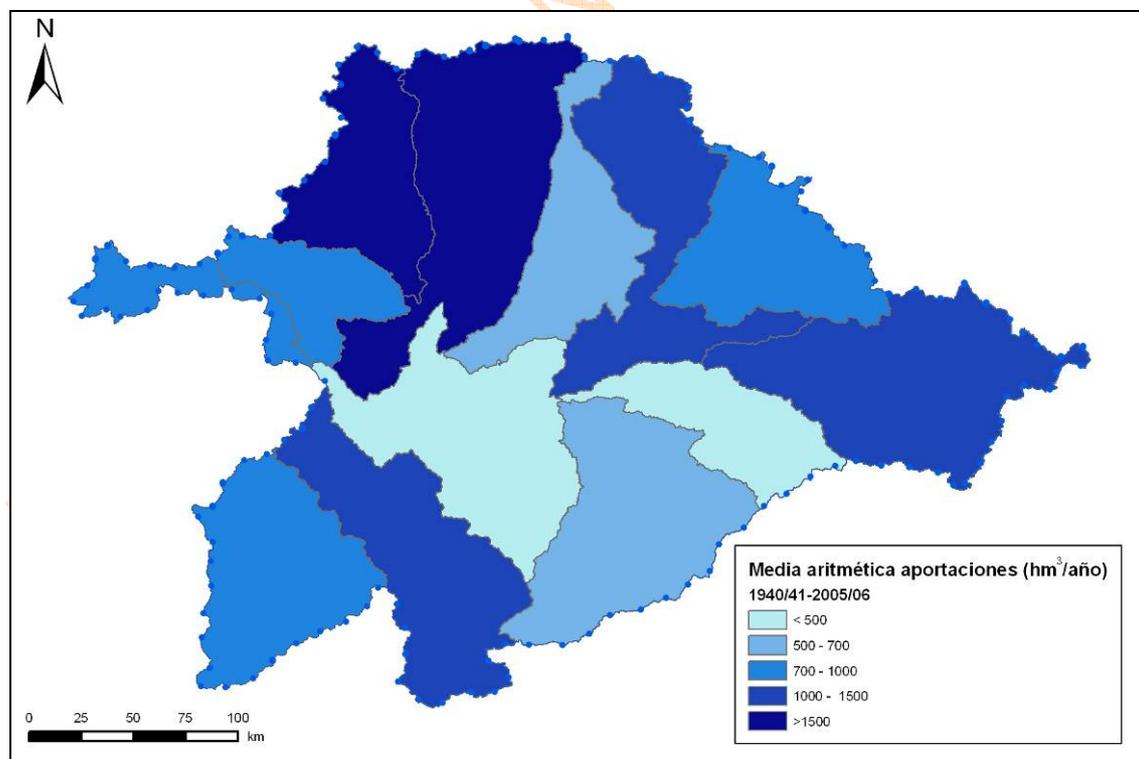


Figura 36. Media aritmética de las aportaciones por subzona. Serie 1940/41-2005/06.

(Valores en hm ³ /año)	Media aritmética	Máximo	Mínimo	Desviac. típica	Coef. de variación	Coef. de sesgo	1er coef. autocorr
1. Támege-Manzanas	863,9	2.013,3	431,8	391,5	0,45	1,27	-0,30
2. Aliste-Tera	905,9	2.688,4	327,9	572,1	0,63	1,57	-0,28
3. Órbigo	1.436,4	3.242,7	740,3	634,1	0,44	1,32	-0,36
4. Esla-Valderaduey	2.724,0	5.611,5	1.491,0	1.060,0	0,39	1,18	-0,41
5. Carrión	614,4	1.517,2	312,1	312,6	0,51	1,43	-0,32
6. Pisuerga	903,6	2.387,6	410,7	492,3	0,54	1,50	-0,31
7. Arlanza	844,4	1.853,5	295,5	402,6	0,48	0,78	-0,29
8. Alto Duero	817,9	1.995,5	236,5	417,1	0,51	1,02	-0,34
9. Rianza-Duración	218,7	499,1	70,9	108,3	0,50	1,06	-0,22
10. Cega-Eresma-Adaja	612,4	1.367,9	206,9	321,6	0,53	0,71	-0,22
11. Bajo Duero	359,8	908,9	132,4	216,2	0,60	1,23	-0,13
12. Tormes	1.229,4	2.639,5	448,8	657,1	0,53	0,73	-0,29
13. Águeda	857,1	2.408,7	153,7	618,6	0,72	0,95	-0,21
Total parte española DHD	12.385,1	28.878,4	6.215,3	5.906,8	0,48	1,17	-0,33

Tabla 42. Estadísticos básicos de las series anuales de aportación total (hm³/año). Serie 1980/81-2005/06.

La Tabla 41 y la Tabla 42 muestran los mismos estadísticos básicos que se han analizado para las series anuales de precipitación pero referidos ahora a las aportaciones. La primera evidencia a destacar es que los valores de la serie corta son inferiores a los de la serie larga en todas las subzonas de nuestro ámbito territorial; por lo demás, las aportaciones siguen un patrón del mismo estilo que el de las precipitaciones.

En la figura siguiente se muestra la variación porcentual entre las series larga y corta del total de aportación anual por subcuenca. Si es positivo supone una disminución de la misma entre el periodo largo y el corto.

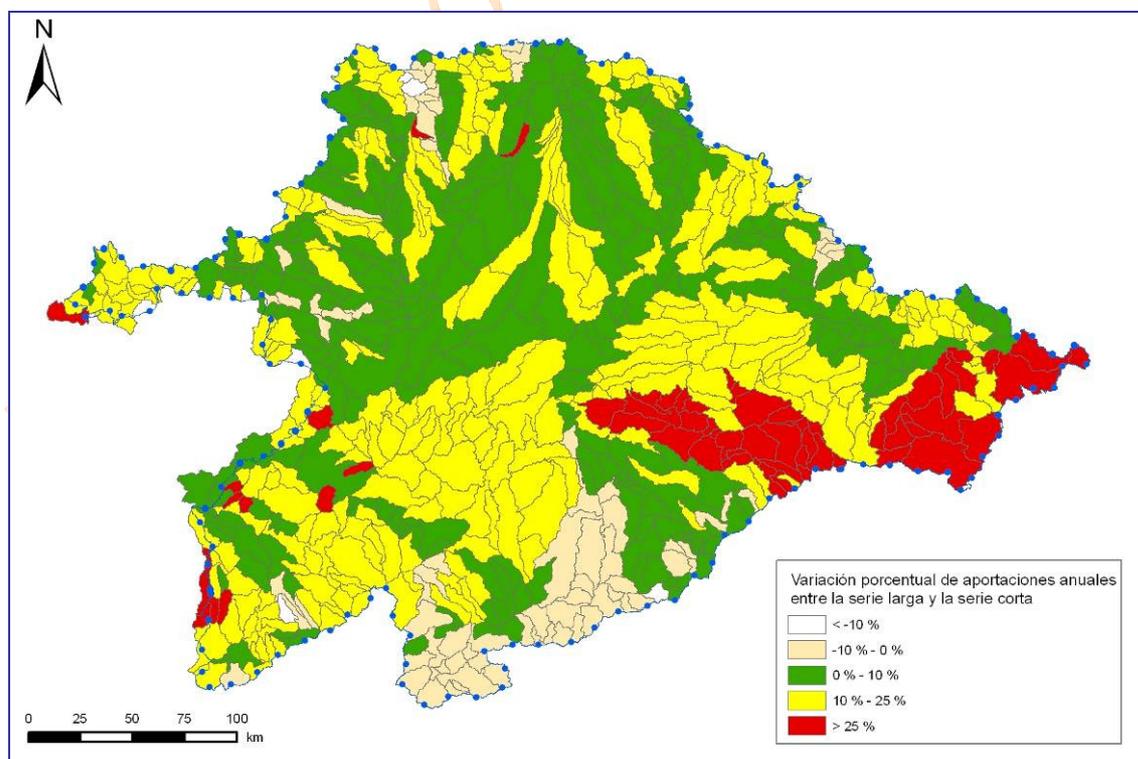


Figura 37. Variación porcentual entre la serie larga y la serie corta del total de aportación anual por subcuenca.

Como se ha indicado, la concentración de la escorrentía en la red fluvial, incorporando junto a la descarga de los acuíferos la escorrentía superficial directa, da lugar a las aportaciones totales. Por la propia configuración geológica de la cuenca, la práctica totalidad de la escorrentía subterránea se ve obligada a salir a los cauces superficiales antes de internarse en las tierras portuguesas, con lo que la aportación total calculada para el punto de confluencia del río Águeda con el Duero, en el embalse de Pociño, es un buen estimador de los valores totales de la cuenca española con las salvedades que se ponen de manifiesto en la Tabla 43.

Ámbito considerado	Aportación (hm ³) Serie larga	Aportación (hm ³) Serie corta
Subzona Támeiga - Manzanas	997,6	863,9
Parte española del resto de la cuenca del Duero	12.780,4	11.521,2
Suma	13.778,0	12.385,1
Transferencia subterránea natural al Ebro (Asignación establecida en el PHN)	-65	-65
Recursos totales de la parte española de la DHD	13.713,0	12.320,1

Tabla 43. Recursos totales de la cuenca española del Duero.

A continuación se incluyen unos mapas con los estadísticos de las series de aportaciones: coeficiente de variación, coeficiente de sesgo y 1er coeficiente de autocorrelación, para la serie larga y corta.

La Figura 38 del coeficiente de variación de la serie larga muestra una dispersión de valores moderada en toda la cuenca, en general la serie está en torno al 0,5.

El coeficiente es elevado en determinados afluentes del río Duero en su parte más elevada (ríos Escalote, Talegonos o Rituerto, entre otros), lo que refleja una ligera heterogeneidad de los datos en estas zonas y por tanto unas aportaciones irregulares.

El coeficiente es bajo en las masas de agua superficial que nacen en la Cordillera Cantábrica, con una dispersión menor a la media (entre 0,22 y 0,4), así como en la cabecera de los ríos Cega y Pirón o en las cabeceras de los ríos Tera y Arlanzón. Esto quiere decir que las series son constantes, es decir las aportaciones son regulares.

La figura de la serie corta (Figura 39) muestra unos coeficientes bajos en las mismas zonas, pero unos coeficientes elevados más dispersos por el norte de la cuenca, destacando todo el curso del río Valderaduey.

La Figura 40 del coeficiente de sesgo - serie larga arroja valores positivos para casi todas las masas de agua superficial.

En el Alto Duero los coeficientes de sesgo son positivos y altos (valores superiores a 2) lo que indica una irregularidad en las aportaciones.

Es en la Cordillera Cantábrica dónde los valores de sesgo están más próximos a cero, lo que indica una regularidad en las aportaciones típico de zonas húmedas.

En la Figura 41 de la serie corta se puede ver como el coeficiente de sesgo aumenta su valor en las masas de agua superficiales correspondientes a los grandes ejes de los ríos.

El coeficiente de autocorrelación indica el grado de persistencia de una serie.

En la Figura 42 correspondiente a la serie larga, la mayor parte la cuenca cuenta con un coeficiente de autocorrelación positivo, pero que no llega a ser perfecto al no alcanzar el valor 1. La serie demuestra ser más persistente en las cabeceras del Alto Duero, Esla-Valderaduey, Bajo Duero o Riaza-Duratón.

En las subzonas del Órbigo y Arlanza y en las cabeceras de los ríos Tormes y Águeda la autocorrelación es negativa, es decir los datos no son persistentes,

En la Figura 43, correspondiente a la serie corta, el coeficiente de autocorrelación es negativo en la mayor parte de las masas de agua superficiales, es decir no hay tendencia.

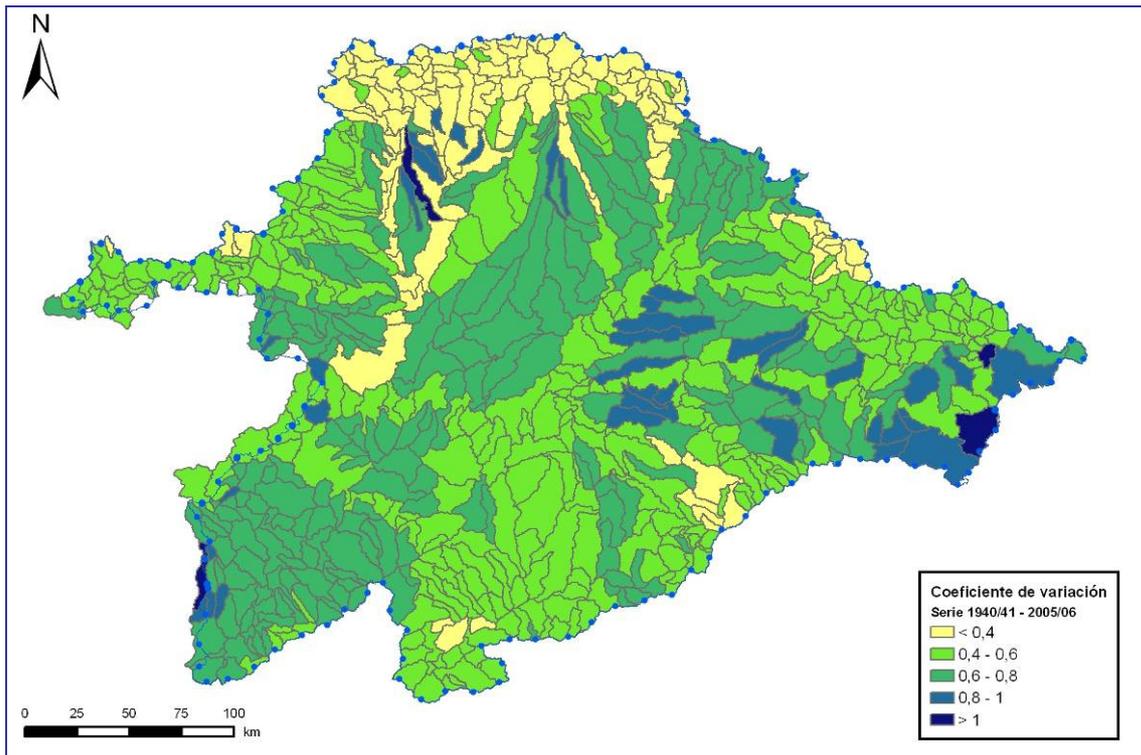


Figura 38. Distribución espacial del coeficiente de variación (Serie 1940/41 a 2005/2006)

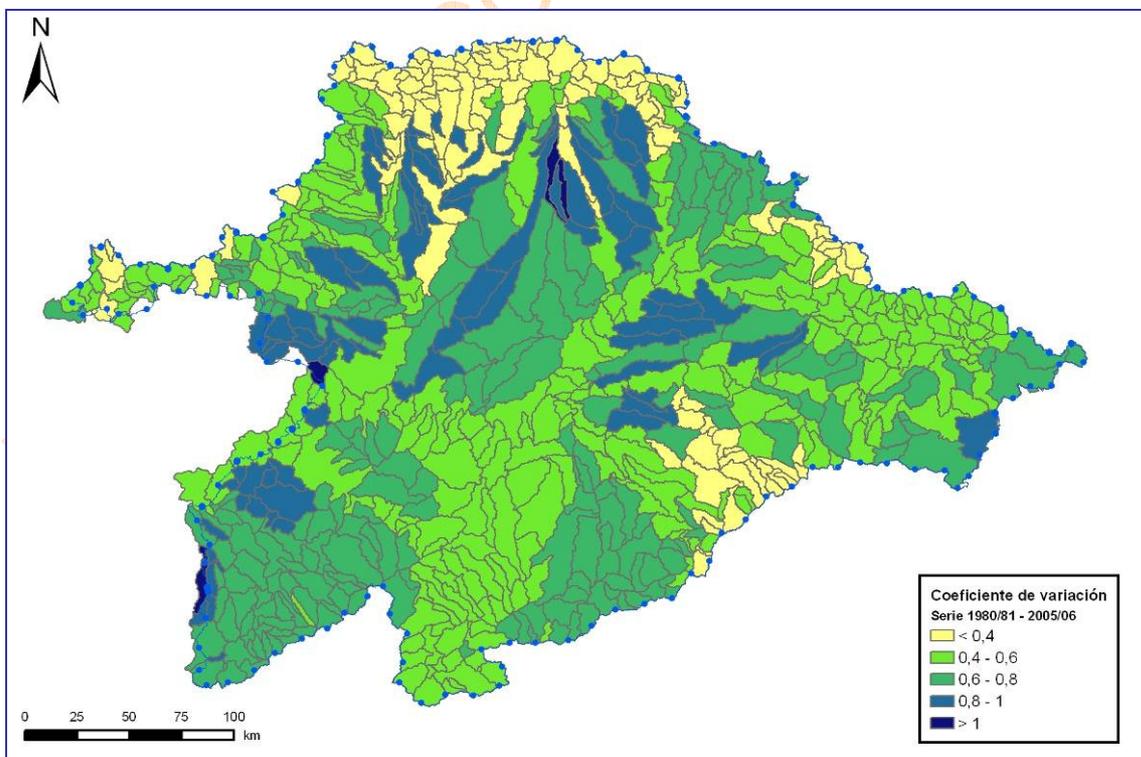


Figura 39. Distribución espacial del coeficiente de variación (Serie 1980/81 a 2005/2006)

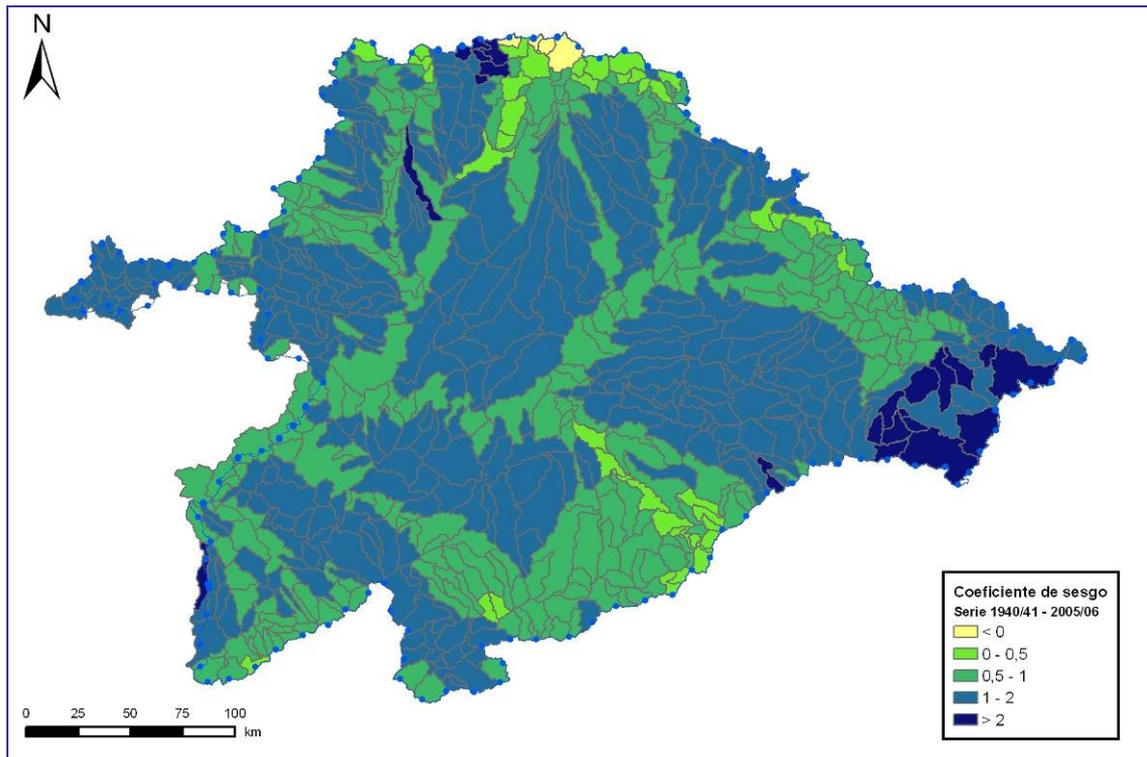


Figura 40. Distribución espacial del coeficiente de sesgo (Serie 1940/41 a 2005/2006)

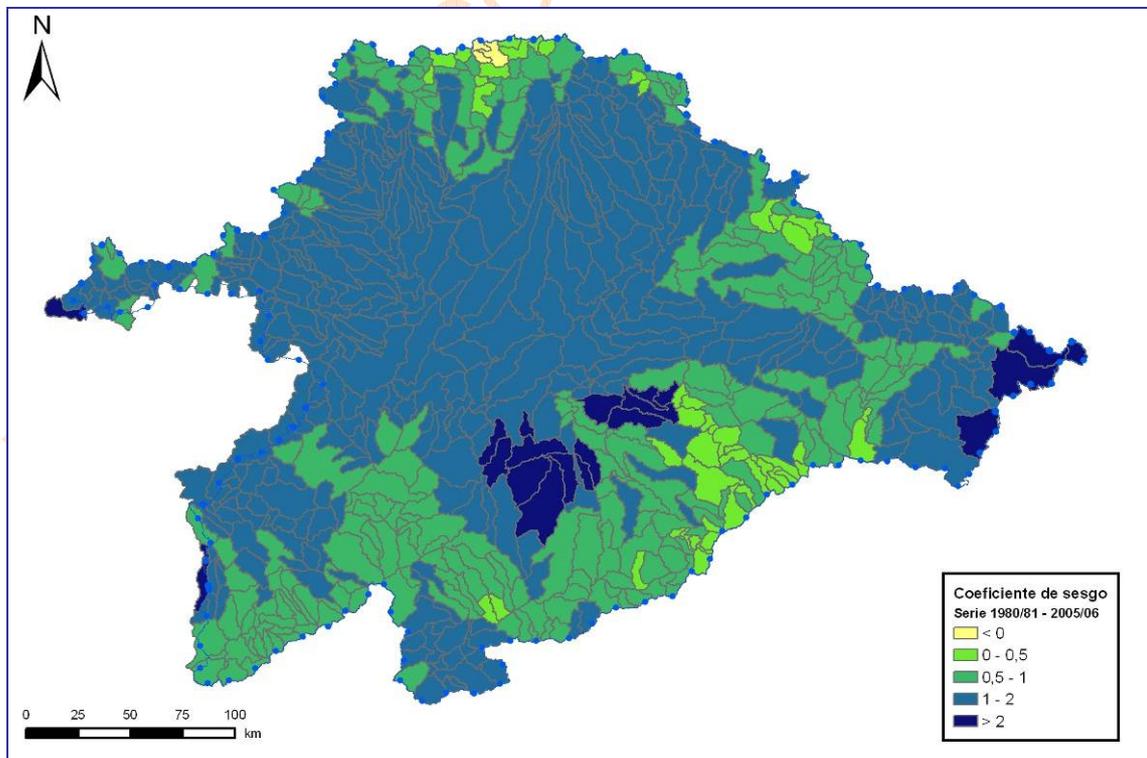


Figura 41. Distribución espacial del coeficiente de sesgo (Serie 1980/81 a 2005/2006)

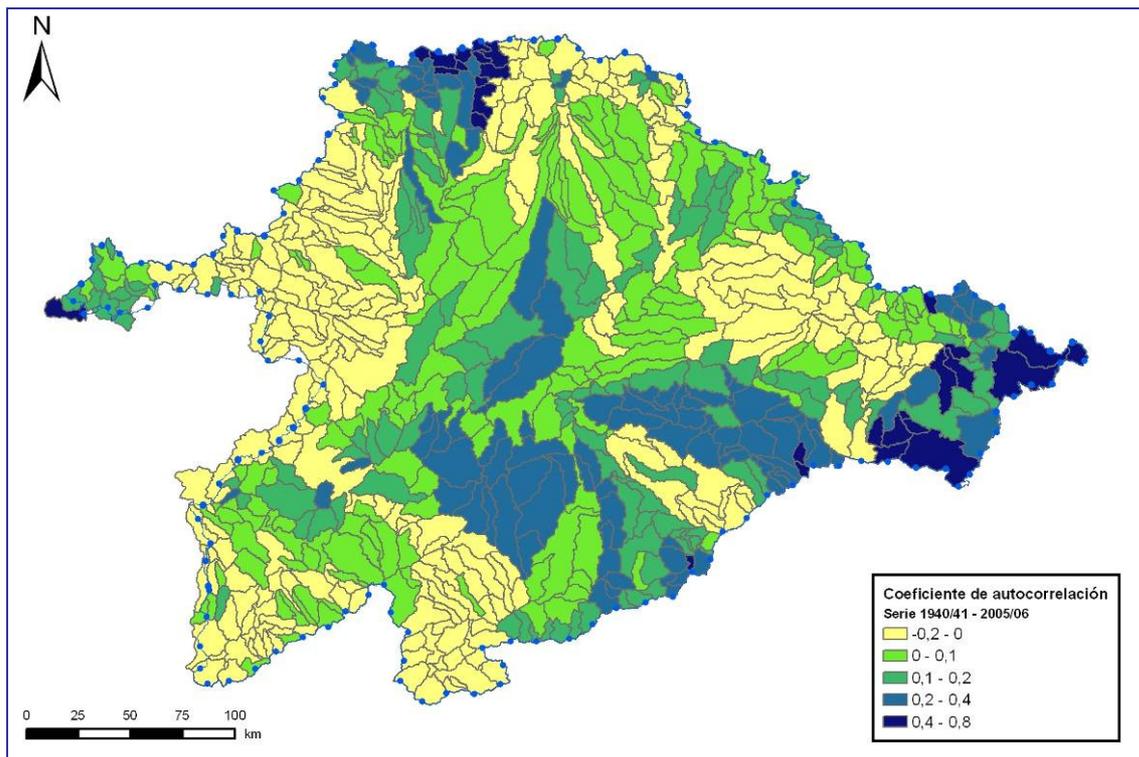


Figura 42. Distribución espacial del 1^{er} coeficiente de autocorrelación (Serie 1940/41 a 2005/2006)

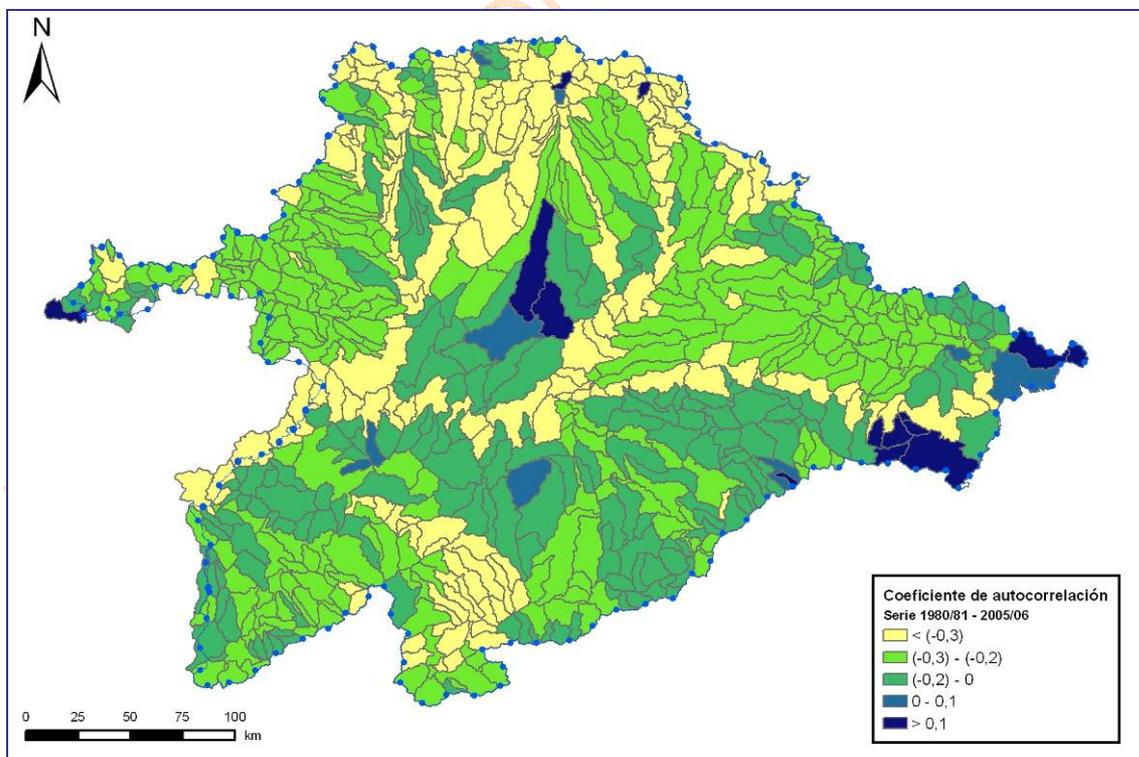


Figura 43. Distribución espacial del primer coeficiente de autocorrelación (Serie 1980/81 a 2005/2006)

En las siguientes figuras se muestran los valores de precipitación y aportación por subzona (valores en $\text{hm}^3/\text{año}$). Los valores de precipitación proceden de los resultados del modelo SIMPA, mientras que los de

aportación proceden en parte de los resultados del modelo SIMPA y en parte de series corregidas o ajustadas al régimen natural en estaciones de aforo.

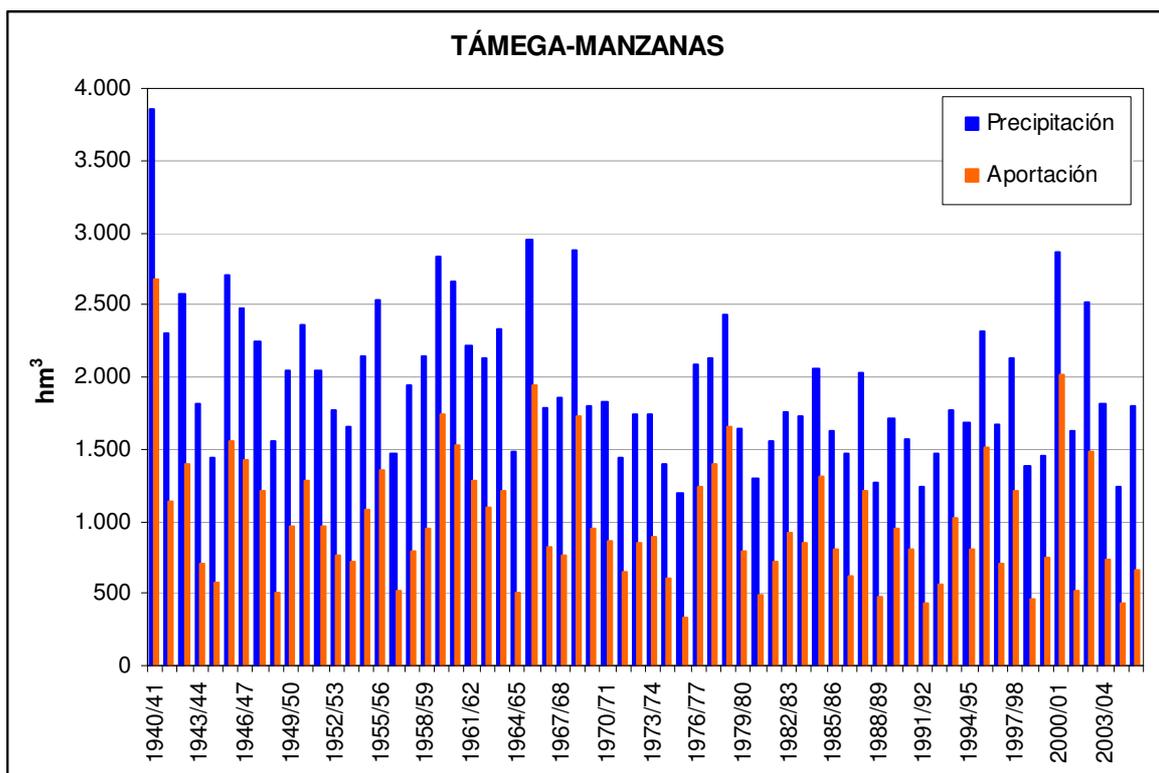


Figura 44. Serie de precipitaciones y aportaciones anuales en la subzona Támeга-Manzanas

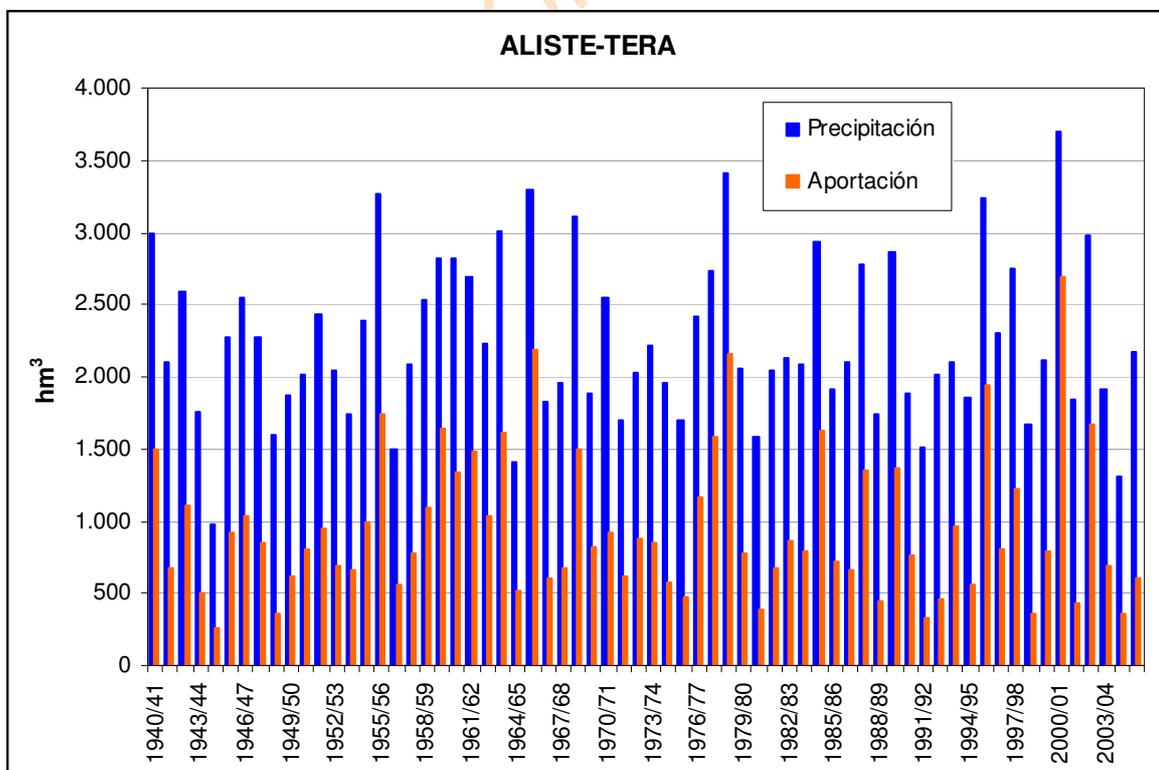


Figura 45. Serie de precipitaciones y aportaciones anuales en la subzona Aliste-Tera

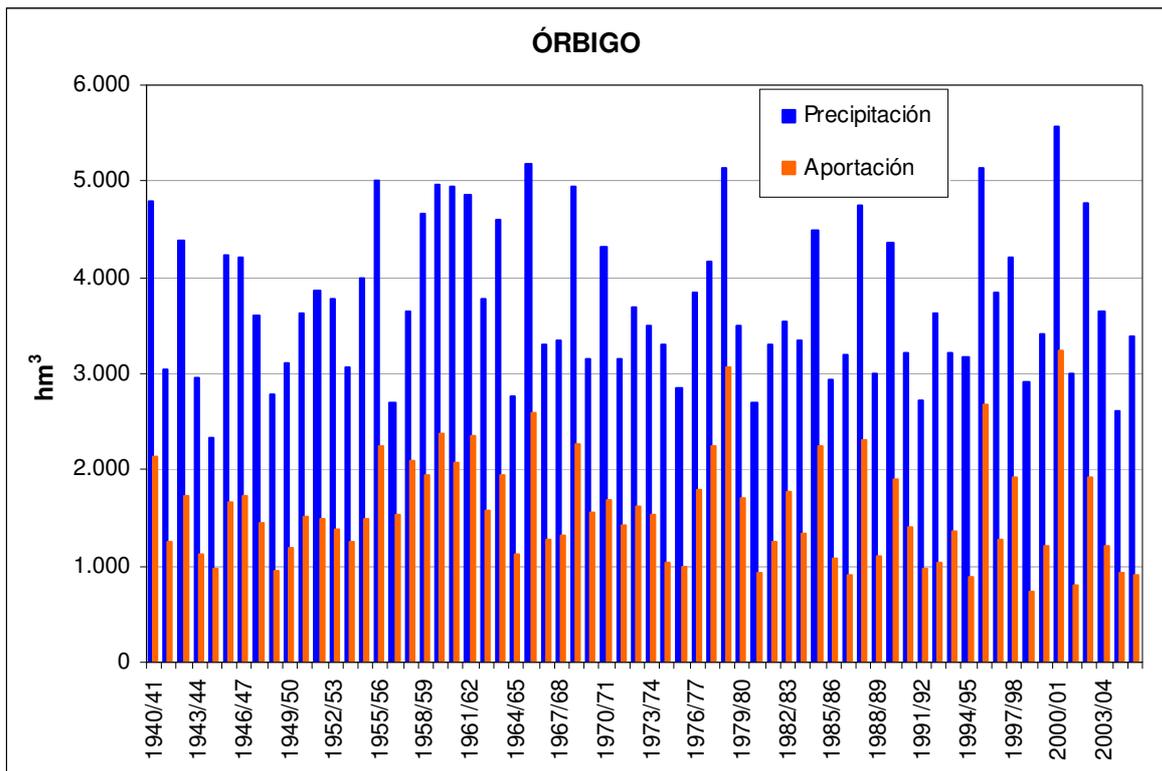


Figura 46. Serie de precipitaciones y aportaciones anuales en la subzona Órbigo

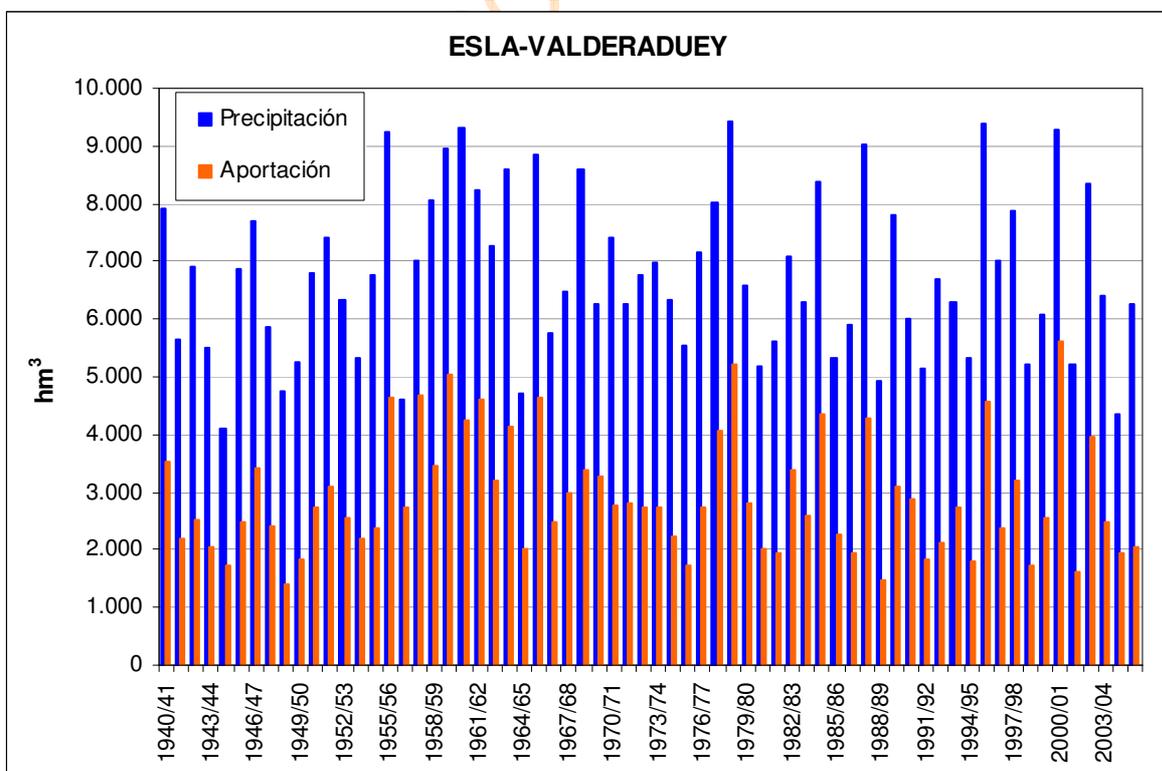


Figura 47. Serie de precipitaciones y aportaciones anuales en la subzona Esla-Valderaduey

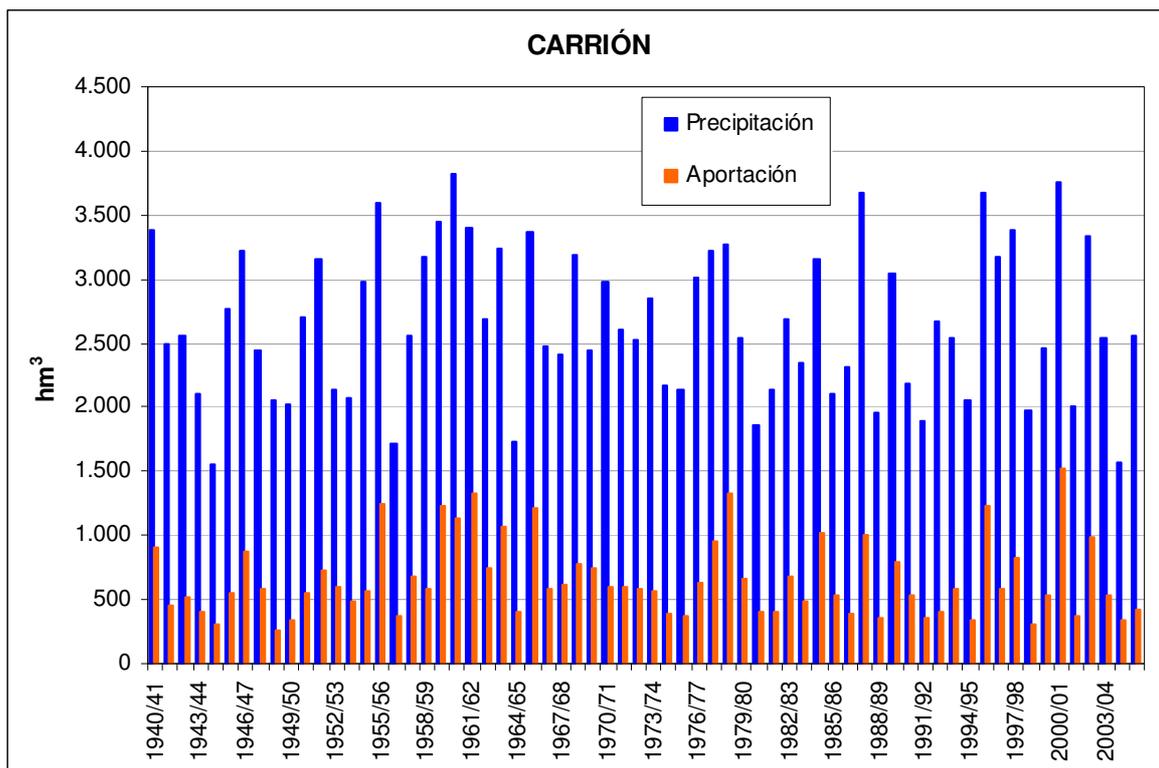


Figura 48. Serie de precipitaciones y aportaciones anuales en la subzona Carrión

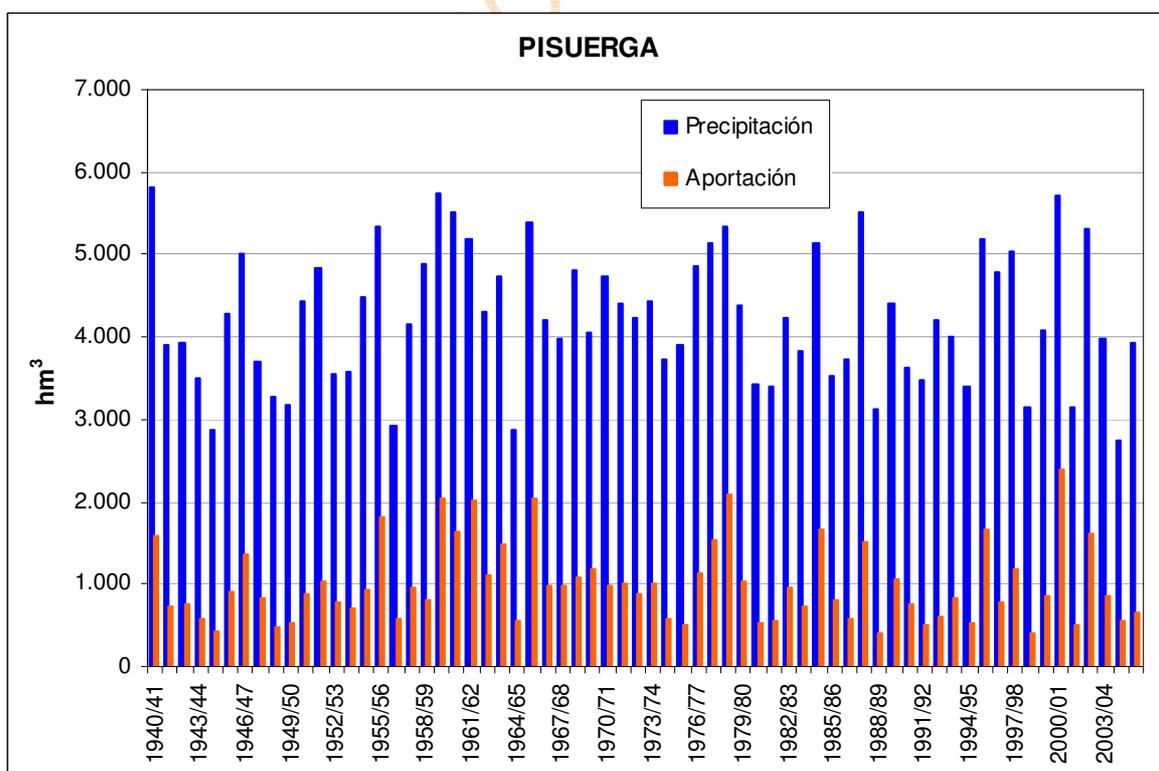


Figura 49. Serie de precipitaciones y aportaciones anuales en la subzona Pisuerga

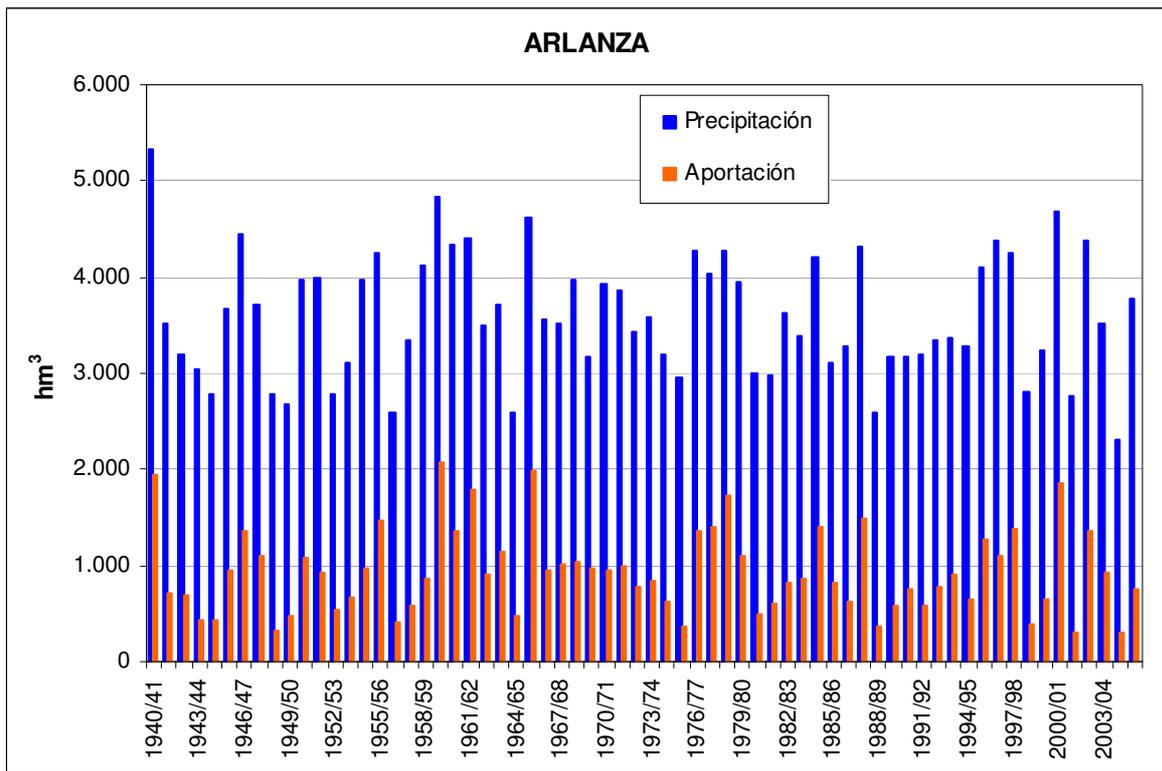


Figura 50. Serie de precipitaciones y aportaciones anuales en la subzona Arlanza

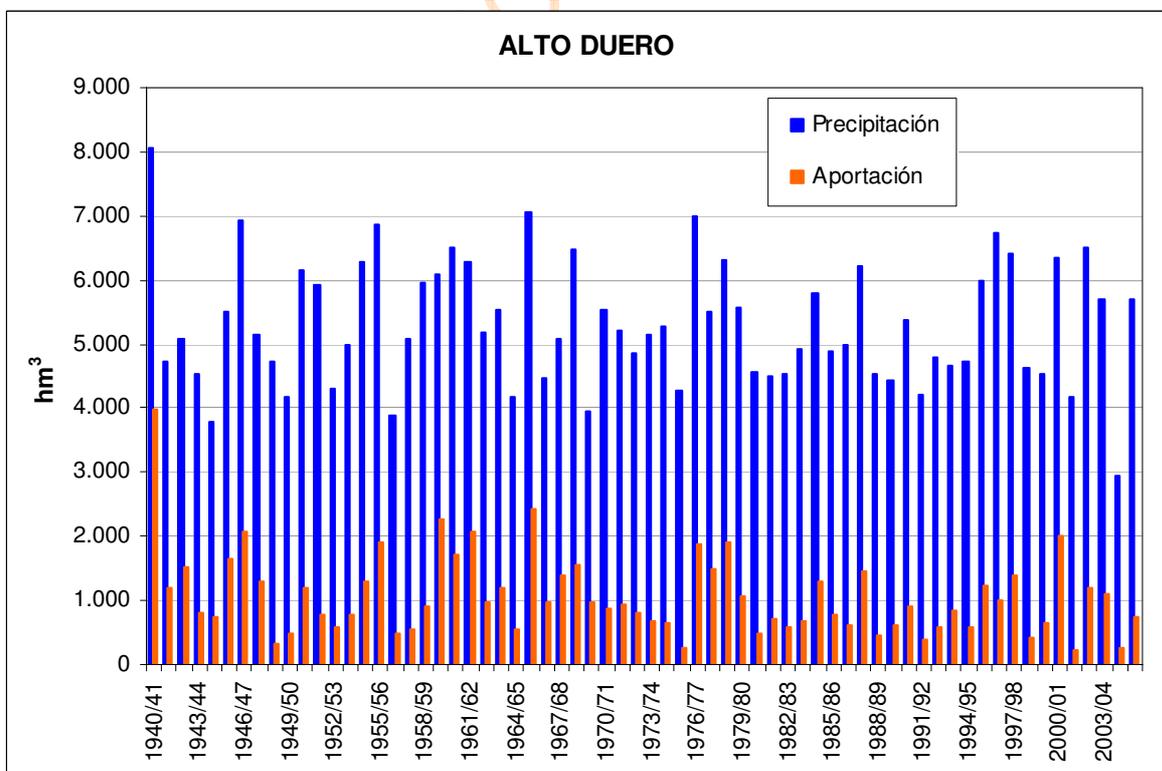


Figura 51. Serie de precipitaciones y aportaciones anuales en la subzona Alto Duero

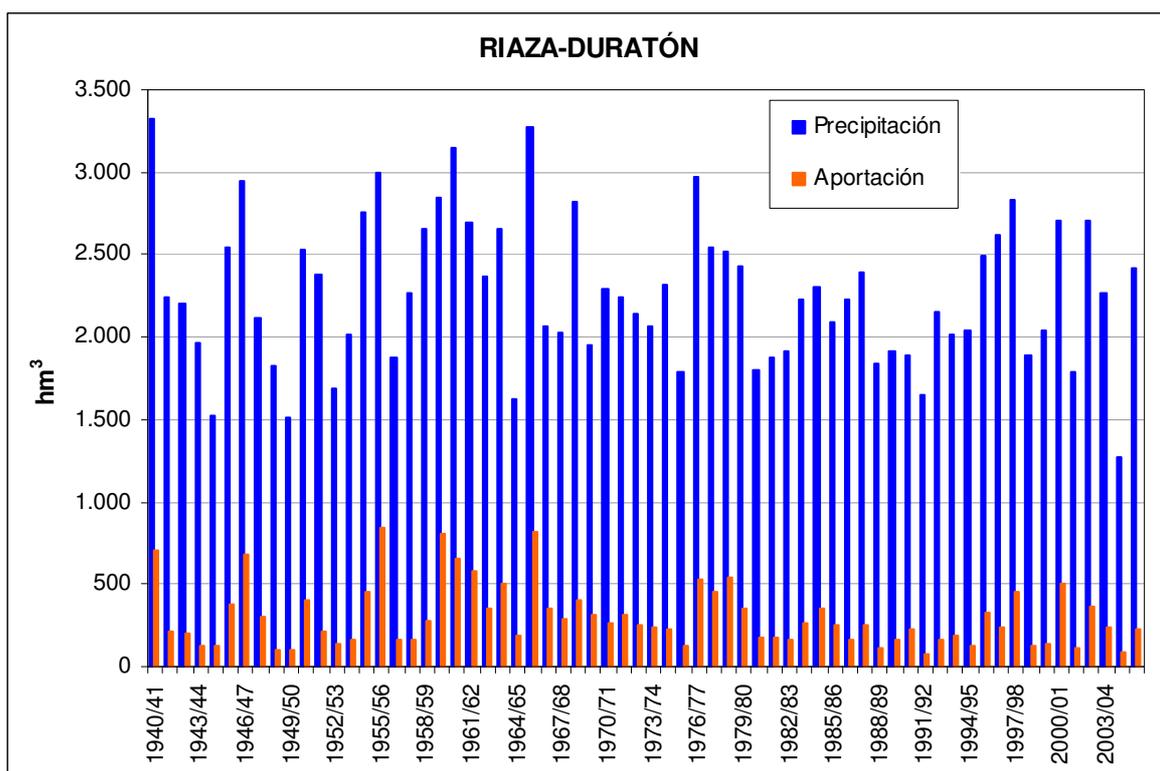


Figura 52. Serie de precipitaciones y aportaciones anuales en la subzona Rianza-Duración

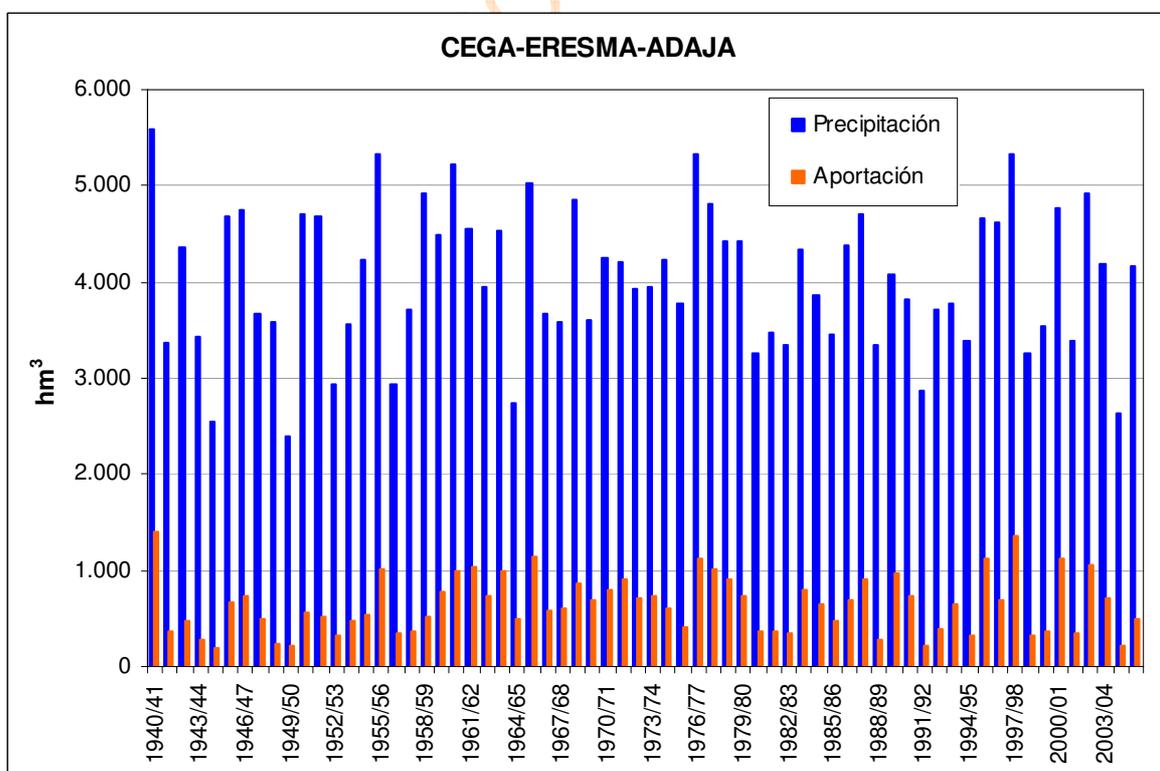


Figura 53. Serie de precipitaciones y aportaciones anuales en la subzona Cega-Eresma-Adaja

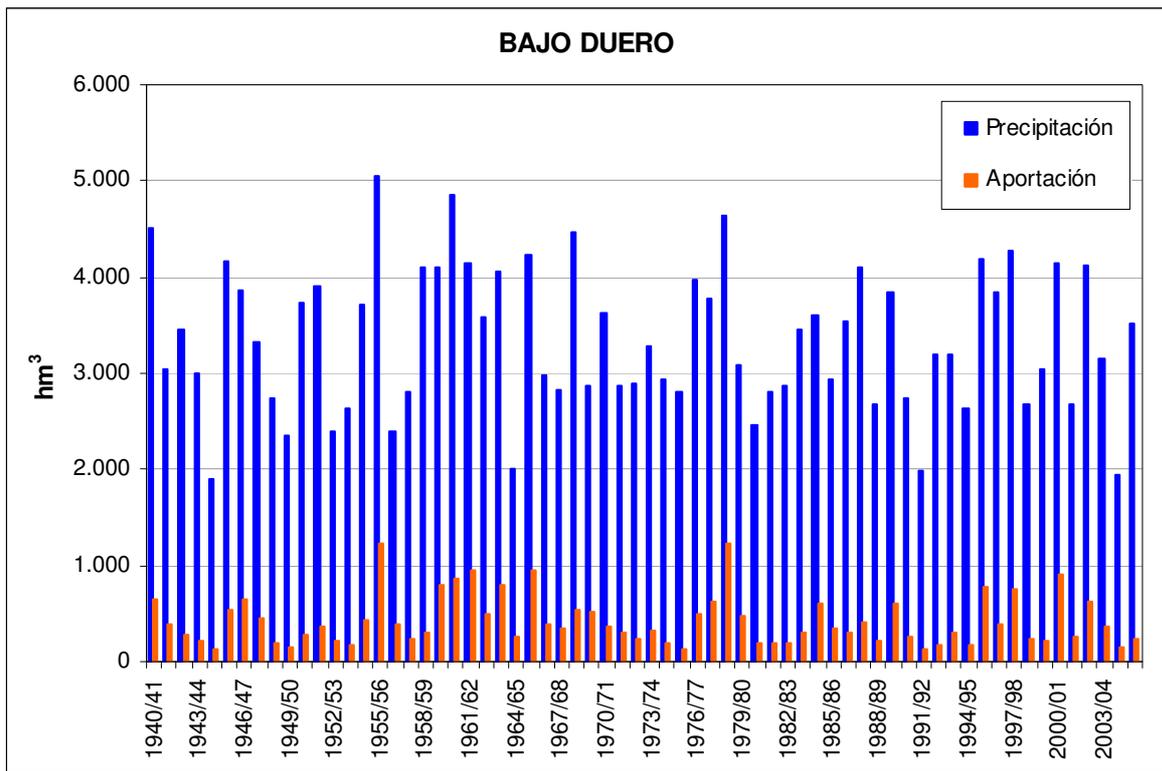


Figura 54. Serie de precipitaciones y aportaciones anuales en la subzona Bajo Duero

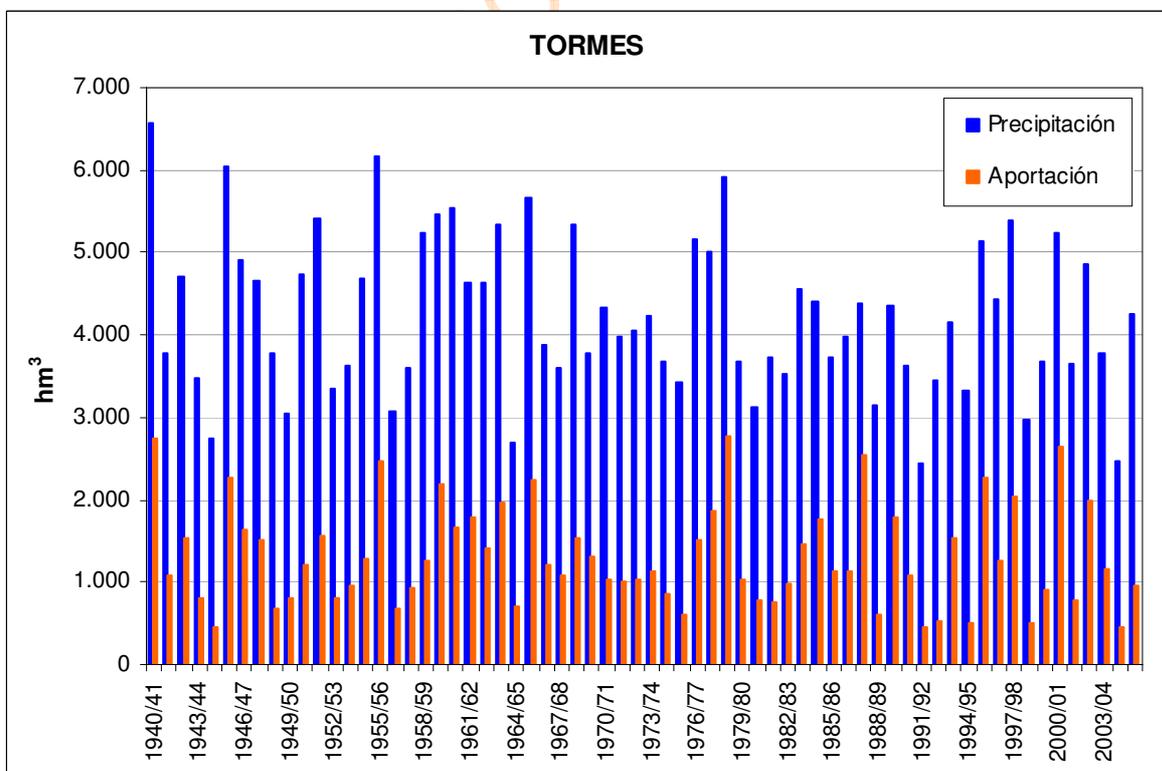


Figura 55. Serie de precipitaciones y aportaciones anuales en la subzona Tormes

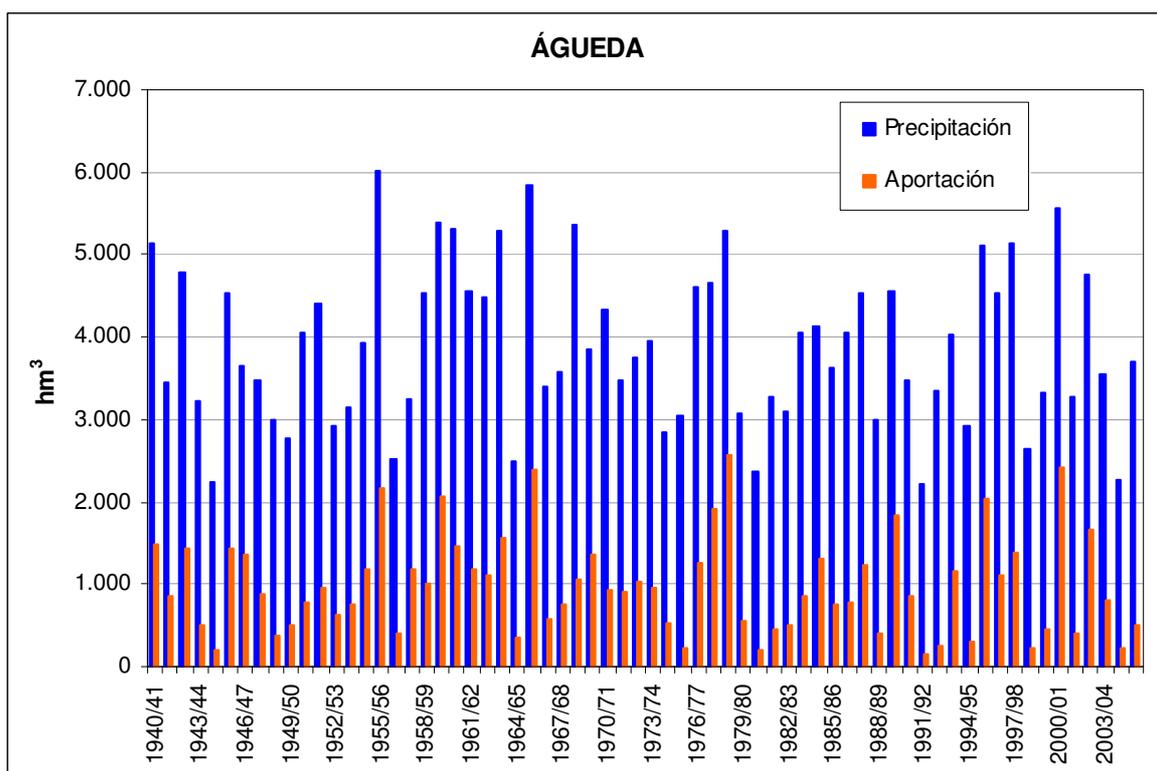


Figura 56. Serie de precipitaciones y aportaciones anuales en la subzona Águeda

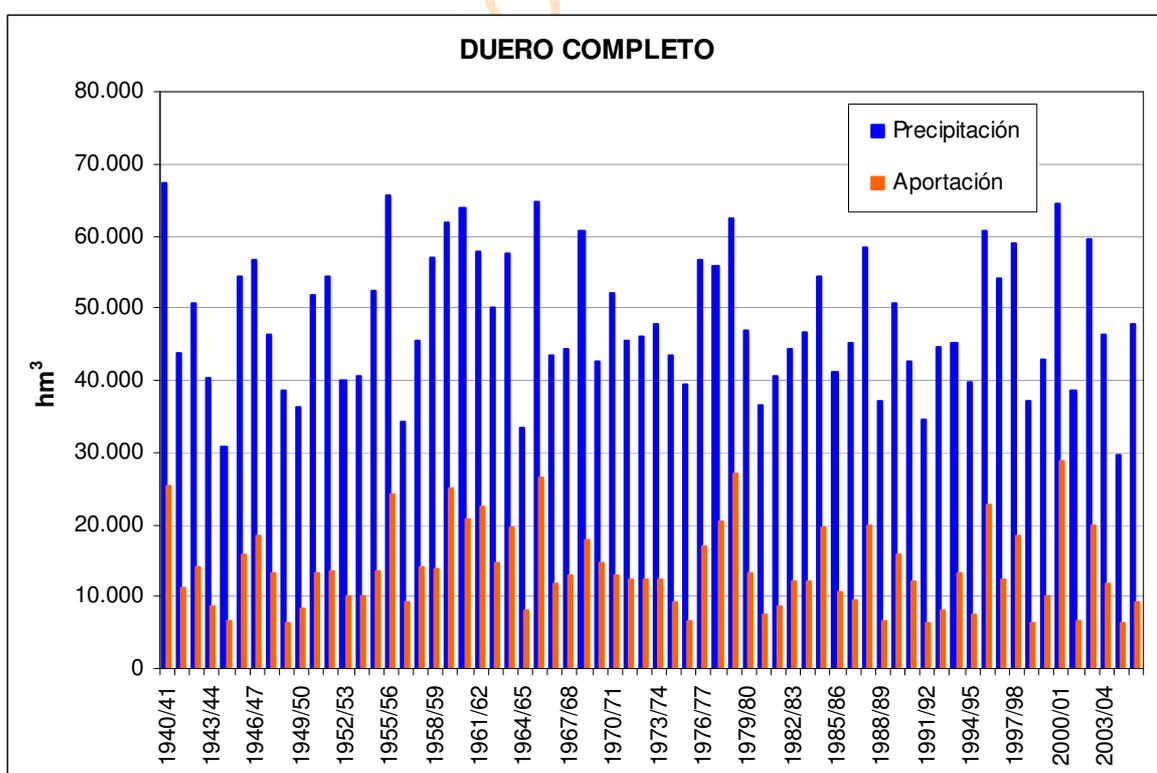


Figura 57. Serie de precipitaciones y aportaciones anuales en la cuenca del Duero completa (parte española)