

REVISTA DE OBRAS PÚBLICAS

PUBLICACION TECNICA DEL CUERPO DE INGENIEROS DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS

DIRECTOR

D. MANUEL MALUQUER Y SALVADOR

COLABORADORES

LOS INGENIEROS DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS

SE PUBLICA LOS JUEVES

Dirección y Administración: Plaza de Oriente, 6, primero derecha.

Datos para el estudio de nuestras corrientes de agua.

El río Ter.

I

Aunque en opinión de algunos, hasta hace pocos años, se haya señalado como origen del Ter el collado de Gorrós, al pie de Roca Colom, tal vez por buscar la singularidad de nacer en la vertiente francesa el Tech hacia el Este y el Callau, afluente del Tet por el NE., no parece haya lugar á duda en que su verdadero origen sea el collado de la Giganta, de la divisoria pirenaica, entre el pico de Bastiments y el de la Dona, apareciendo sus aguas entre colosales bloques graníticos, en el grandioso anfiteatro de Murens ó Ull de Ter, limitado al SO. por la estribación Gra de Fajol, al Oeste por el collado de la Marrana, origen de su principal afluente; el Fresser por el lado opuesto; las crestas de la Esquena del Ase al Norte y la Portella y cimas de Coma Armada al Este, confirmando esta última opinión la mayor altitud de Ull de Ter (2.325 metros) y el mayor recorrido hasta la confluencia con el Carboner, nacido bajo Roca Colom, de más de un kilómetro, siendo la única razón que pudiera apoyar la primera, dejando aparte la singularidad anotada, el ser el caudal aportado por el afluente en muchas ocasiones mayor que el de la corriente principal, debido á los lagos y glaciares de su cuenca.

A la salida del anfiteatro de Murens, y después de atravesar la planicie de Hospitalets, el río, que ya ha recogido los aportes del Coma Armada, se precipita por el estrecho ó desfiladero de Murens, hasta salir á la confluencia con el Coma de Orri, siguiendo un curso más regular hasta unirse con el Carboner, entrando en el valle de Setcasas, antiguo lago limitado inferiormente por una estribación del Catllar, por la que el río se abrió paso, continuando en estrecho desfiladero hasta la proximidad de Camprodón, situado también en un reducido valle, donde recibe las aguas del Ritort.

De Camprodón á San Juan de las Abadesas la divisoria de este río con la cuenca del Fluviá, llega en San Pablo de Seguríes á poca distancia del cauce, vertiendo directamente en él, divagando la corriente de una á otra ladera en el estrecho canal hasta quedar encauzado por altos escarpes

entre las pronunciadas márgenes del torrente Malatosca y la pequeña meseta en que se alza el pueblo de San Juan, continuando hasta Ripoll, siempre encajado en laderas de gran pendiente y acantilados como el de Ribamala, de más de 80 metros de altura y 400 de longitud, en donde une sus aguas con las del Fresser, quedando la población, importante centro fabril, en el ángulo formado por los dos ríos.

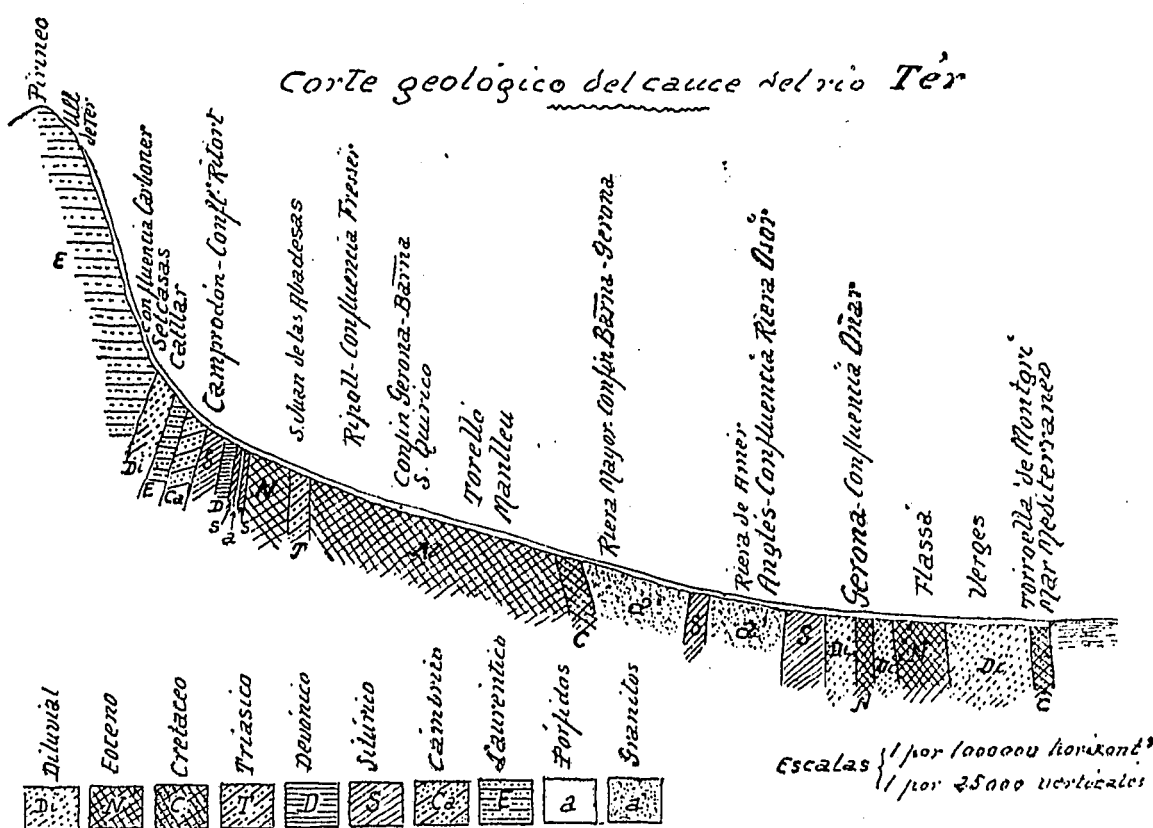
El Fresser, que por la longitud de su curso y superficie de su cuenca es de importancia comparable al Ter, nace en el collado de la Marrana, distando las fuentes de estos dos ríos escasamente un kilómetro y separándolos la sierra del Catllar, siguiendo á partir de su nacimiento una dirección NE. SO. hasta su encuentro con el Nuria, desde donde se reduce algo la enorme pendiente de su cauce, girando hacia el Sur hasta Ribas y desviándose nuevamente al SO. al dirigirse directamente al Ter. La longitud de su curso es de 35 kilómetros, contándose entre sus principales afluentes el Nuria citado, con el torrente Pontalba y el Pas del Gril; el río ó más bien torrente Tosas, el Rigat, Segadell, torrente Angelats y riera de Gombreny.

Unidas las aguas del Ter y Fresser, y doblado próximamente el caudal del primero, descendiendo en dirección N. S. entrando en la provincia de Barcelona poco antes de San Quirico de Besora, pasa por Torelló, Manlleu y Roda, y desviándose hacia el Este, entra en las Guillorrias, parte la más accidentada del Montseny, poco antes de San Román de Sau. Las vertientes que en el tramo entre Ripoll y San Román de Sau se presentan abruptas, dejando apenas libre el canal por donde el río discurre, aumentan su altura y se cierran y estrechan aún más, á partir del último punto, desapareciendo toda huella de paso ó camino por el río, sin más vestigio humano que los pequeños pueblos de Carós y Susqueda, hasta desembocar por el Pasteral en el amplio y despejado valle, primero que en realidad merece tal nombre, en donde se hallan emplazados los pueblos de la Sella y Anglès. De nuevo se estrecha el valle en Bonmati, sirviendo el río de límite á dos formaciones geológicas, despejándose en Bescanó y llegando á la hermosa llanura de Salt y Gerona, de más de tres kilómetros de anchura, engargantándose otra vez á la salida hasta vencer el estrecho paso del Congost, entre el monte de San Julián de Ramis y las estribaciones de las Gabarras, á partir del cual corre á su desembocadura en el Estarrit, frente á las islas Medas, contenido por la iz-

deras entre San Juan de las Abadesas y Ripoll, en la vertiente derecha del Rigat, en la izquierda del Fresser, pasado Ribas, en la derecha del barranco ó torrente de Gombreny, en la riera de Vallfogona y en el curso de la riera de San Quintín en las Llosas. En la provincia de Barcelona los núcleos arbóreos vuelven á ser escasos hasta la entrada en el Montseny, en que se cubren los altos de las vertientes, siendo notables por lo espesos y extensos los bosques de la cuenca de la riera de Osor, especialmente entre Osor y San Hilario, de encinas, robles y castaños. Abundan también estas especies en Amer, Las Planas y San Feliú de Pallarols, de la cuenca de la riera de Amer ó río Riubrugent, corriéndose por la divisoria á la Riera de Llémana, ocupando el macizo entre esta riera y el Matamós, que comprende como punto más singular Rocacorba, á poca distancia de Gerona y con unos mil metros de altitud, escaseando nuevamente á partir de Bañolas hacia el tramo inferior del río.

dose directamente á los cauces, nutren la corriente que estudiamos algunos lagos, glaciares y ventisqueros, si bien bajo este aspecto no pueda considerarse el Ter como muy favorecido, por ser en número escaso, pese á la altitud de su cabecera. Los lagos ó estanques más importantes son el de Crensa, en la cuenca del Fresser, á 2.800 metros de altitud; los estanques de Concrós al Oeste de Roca Colom, á 2.250 metros, y el de Bañolas, en la parte baja, de más de 3 kilómetros de longitud por 1 de anchura, con fondos de hasta 60 metros, próximo á la población de su nombre á unos 100 metros de altitud y en el que tiene su origen el río Terri, que se une al Ter en Cerviá.

Ventisqueros, vulgarmente llamados en el país *congelas*, rincones en donde el viento acumula la nieve durante el invierno, se encuentran en la mayor parte de los barrancos de lo alto de la cuenca, y muy especialmente en las vertientes del Gra de Fajol, sobre Ull de Ter; en el Fresser hacia Nuria, y sobre el Rigat, que baja desde el



En la parte derecha de la cuenca, desde la confluencia en Anglés de la riera de Osor, se hallan algunos bosques en Bruñola y Aiguaviva, Cassá y Caldas, donde domina el alcornoque, entrando en las Gabarras, cubiertas hasta sus últimas estribaciones en Flassá por bosques de encinas y alcornoques principalmente.

Prescindiendo de las corrientes de la parte alta de la cuenca, que por las nieves tienen un régimen especial, los afluentes que durante las épocas de estiaje conservan más regularidad en el gasto son los de baños cubiertos de vegetación, confirmando el papel regulador de los bosques, pudiéndose señalar especialmente las rieras de Vallfogona y San Quintín, y las de Osor, Amer y Llémana. El río Oñar, á pesar de su relativamente largo recorrido, llega á la confluencia con el Verneda, que proviene de la parte alta de las Gabarras, con un caudal exiguo que casi se anula en el verano, presentando, en cambio, en las temporadas de fuertes lluvias, rápidas y grandes crecidas.

Además del agua de lluvia caída en la cuenca, dirigién-

collado de Tosas; pero son de escasa permanencia, fundiéndose la nieve y desapareciendo en los primeros meses de verano. Como glaciares, depósitos permanentes de nieve y con tendencia al corrimiento hasta su fusión en la parte baja, constituyendo una verdadera reserva aun en los años de estío más riguroso, sólo pueden citarse los de Pontlletera, á 2.320 metros de altura sobre el mar, y Gra de Fajol en el Ter; La Llosa, bajo el pico del mismo nombre en el Carboner, y los de Eyna, Nuria y Fontalba, á 2.450 metros de altitud, en el Fresser.

Es interesante el estudio geológico de la cuenca y el cauce por el gran número de formaciones atravesadas, como indica el corte adjunto, para deducir respecto á la cuenca que puede calificarse de poco permeable, y quizá para encontrar razonable explicación á algunas anomalías que en el régimen de la corriente resultan. Aparece en el origen del río y cabecera de la cuenca el láuréntico ó estrato cristalino, cortado en Selcassas por un depósito diluvial, debido, como hemos indicado anteriormente, á la ba-

rrera del Catllar, que remansaba las aguas en el valle hasta que el río se abrió expedito paso, encontrándose en el tramo anterior, como rocas eruptivas concordantes, el granito y gneis. Una faja de cámbrico, caracterizado por esquistos micáceos, se extiende desde Tragurá hacia el Oeste, al parecer con algunas manchas destacadas en Pardinas y Collada de Tosas, apareciendo inferiormente el silúrico en correspondencia en los pueblos de Vilallonga y Caralps, en la cuenca del Fresser, cortado por una faja de erupciones porfídicas aisladas, de Camprodón á Ribas y manchones de calizas devónicas. Al Este de Camprodón, á no mucha distancia, encuéntrase pizarras carboníferas, correspondiendo, sin duda, con el carbonífero de Surroca, cerca de San Juan de las Abadesas, y Berga en el río Llobregat, extendiéndose á continuación por toda la cuenca el coceno, tan abundante en la provincia de Gerona, desde poco después de Camprodón á Roda, con la única salvedad de una faja importante triásica en San Juan de las Abadesas, á la que pertenecen los yesos de la ladera izquierda, aguas abajo de este pueblo, y que nuevamente aflora á la derecha de la riera de Gombreny.

Limita en Roda el coceno una zona cretácea de escaso ancho, que reaparece en San, continuando los granitos que se extienden del valle del Ter al de la riera de Osor, más compactos y de grano más fino en esta última, abarcando una mancha silúrica que desciende por la riera Mayor, reapareciendo en Amer y siguiendo la izquierda del cauce, como los granitos siguen la derecha, sirviendo la corriente de límite hasta pasado Bescanó.

Al Norte de estas formaciones, en las cuencas de las rieras de Amer y de Llémana, corriéndose hasta las proximidades de la costa, domina el coceno, con notables cortes basálticos en ambas rieras de erupciones coetáneas, que llegan hasta las cercanías de Gerona siguiendo la riera de Canet de Adri, afluente de la de Llémana, procedentes estas últimas manchas del volcán de Adri, al Sur de Rocacorba.

A la derecha del río Ter avanza, ocupando el cauce desde Bescanó á la entrada de Gerona, enclavada en el coceno, el diluvial que desde la divisoria con el Tordera ocupa los grandes llanos de Bescanó, Salt y Gerona, corriendo el río, á partir de esta última población, entre el silúrico con asomos de cámbrico en los repliegues, de las Gabarras y el diluvial que nuevamente aparece, cortando lenguas ó avances de estos terrenos y el coceno de la izquierda hasta Torroella de Montgrí, en que se encuentra el cretáceo de la costa, que, prolongándose en el mar, emerge en las islas Medas á unas tres millas de distancia.

III

Si dejando aparte las reservas de nieve y depósitos superiores y la condensación en las cimas de una cuenca, consideramos como único abastecedor de la corriente la cantidad de lluvia caída en la cuenca, parece en principio fácil establecer una ley que ligue el gasto de la corriente con aquélla; pero aun conociendo la extensión y condiciones de permeabilidad del vaso, se distribuye la lluvia tan desigualmente entre evaporación, infiltración y escurrimiento directo, según las en cada momento variables circunstancias del terreno y atmosféricas, que sólo puede aspirarse á obtener relaciones ó coeficientes más ó menos aproximados, con numerosas observaciones cuidadosamente estudiadas y comparando los resultados.

Los datos recogidos en la cuenca del Ter son escasos, tanto por lo que respecta á los puntos de observación como por los periodos que comprenden, pecando además de falta de unidad.

Para tener datos de las tres partes que en la cuenca pueden, en una primera aproximación, considerarse zonas de igual lluvia, llano inferior, parte montañosa intermedia y región pirenaica, hemos tenido que recurrir á observaciones obtenidas en aparatos montados y vigilados por organismos oficiales, otras suministradas por instalaciones particulares, y aun en la parte alta considerar aplicables observaciones recogidas en Prats de Molló (Francia), del lado opuesto del Pirineo y próximo á la divisoria, de altitud menor que la media de la zona á que han de referirse, aunque en muy semejantes condiciones en cuanto á cantidad y frecuencia de la lluvia.

Los resultados obtenidos en Gerona (altitud 80 metros s/m) durante el quinquenio 1896-1900 primero, y desde el año 1908 hasta el actual con pluviómetro y observador distinto, son en milímetros por mes:

AÑOS	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Total.
1896.	0,0	35,0	43,0	24,0	106,5	89,5	56,0	83,5	22,5	33,0	121,0	36,5	650,5
1897.	79,5	49,0	40,0	84,6	101,5	5,5	4,5	119,4	128,0	112,2	202,0	80,1	1.076,0
1898.	311,9	4,3	315,6	80,5	80,5	112,2	0,0	32,7	18,0	33,3	227,9	2,0	1.258,0
1899.	17,0	141,6	81,3	32,9	95,5	114,3	4,2	46,0	37,2	0,0	142,6	(619,0)	
1900.	2,3	71,8	47,3	55,1	71,3	60,6	19,8	65,8	60,8	50,5	65,8	5,0	594,0
SUMAS	410,7	204,7	530,2	277,0	455,3	391,1	81,5	357,4	276,4	229,0	676,7	275,2	4.198,5
Medios	88,1	40,9	106,0	55,4	91,0	78,2	16,9	71,5	55,3	45,8	135,3	55,0	839,7
1908.	13	20	3	8	0	1	13	3	35	5	48	9	158
1909.	3	5	21	5	89	117	6	96	54	11	111	21	539
1910.	18	6	67	46	230	49	79	75	25	61	10	53	713
SUMAS	31	31	91	59	319	161	98	174	114	77	169	83	1.410
Medios	11,3	10,3	33,3	19,7	106,3	53,7	32,7	58,0	34,7	25,7	56,3	27,7	470,0

Lo primero que del cuadro anterior se deduce es la discordancia notable de los resultados de los dos observadores. En el primer quinquenio, los meses menos lluviosos resultan ser Julio, Febrero y Octubre, con una diferencia de 24 milímetros para los dos primeros, y en los datos más recientes ocupa Febrero el primer lugar, siguiendo Enero y Abril, y notablemente mayores el último mes de primavera y los de verano.

La media anual para aquel plazo es de 839,7 milímetros, y de 470 para el trienio 1908-10, pareciendo ésta más merecedora de crédito por su semejanza con la que se asigna á toda la parte litoral de esta provincia y la de Barcelona.

De la región montañosa intermedia poseemos datos recogidos en la Granja de San Julián de Vilatorra, no lejos de Vich, á la altitud de 580 metros, comprendiendo los años 1898 á 1905 ambos inclusive.

AÑOS	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Total.
1898.	123,4	0,0	35,0	105,8	129,2	180,6	91,3	38,8	131,0	24,4	261,1	10,0	1.130
1899.	13,2	18,3	40,2	18,4	51,0	81,9	15,3	52,3	31,6	22,6	6,0	80,6	431
1900.	3,3	38,5	32,2	27,0	48,5	52,3	21,1	49,3	44,9	47,4	20,2	2,0	387
1901.	15,6	33,3	46,0	21,8	93,1	38,2	92,5	16,5	52,7	124,7	74,6	78,6	687
1902.	11,0	31,9	13,0	143,6	71,9	55,0	31,4	170,4	73,9	67,3	24,2	188,0	884
1903.	89,9	5,1	32,7	43,4	69,3	61,2	32,1	2,5	56,6	17,3	11,4	106,3	531
1904.	221,2	46,3	89,6	39,4	11,0	289,9	10,1	55,0	28,3	13,8	14,4	25,3	872
1905.	91,7	6,1	23,7	55,8	120,2	103,7	28,3	51,9	72,7	27,4	46,0	17,0	648
SUMAS	577,3	181,5	312,4	465,2	591,2	875,8	322,4	599,6	587,8	405,5	522,9	531,7	5.976
Medios	72,2	22,7	39,0	58,1	74,2	109,5	40,3	74,9	73,5	50,7	65,3	66,4	747

El mínimo corresponde al mes de Febrero, siguiendo el mes de Julio, alcanzando el primero un promedio de 22,7 milímetros y 40,3 el segundo. El máximo resulta para el mes de Junio con 109,5. La media anual es de 747 milímetros, comprobando lo exagerado de la media obtenida en Gerona para el quinquenio 1896-1900, que regularmente debe resultar menor que aquella por la menor altitud.

Los datos recogidos en Prats de Molló, casilla de guardas forestales, altitud 735 metros, que aplicaremos á la zona superior, son para el decenio 1896-1905.

AÑOS	Enero.....	Febrero....	Marzo.....	Abril.....	Mayo.....	Junio.....	Julio.....	Agosto....	Septiembre.	Octubre....	Noviembre.	Diciembre.	Total.
1896...	0,0	27,6	38,1	38,1	140,9	128,8	198,0	122,8	52,5	50,3	65,1	32,9	897,1
1897...	101,2	4,5	34,2	103,9	126,8	9,5	89,9	125,0	60,0	103,0	170,5	109,5	1.038
1898...	350,1	0,0	203,1	66,3	67,8	191,1	21,3	14,8	11,5	61,7	281,5	0,0	1.262
1899...	38,0	33,7	112,0	44,8	177,2	194,1	49,1	140,2	63,4	66,5	10,0	178,0	1.088
1900...	49,6	99,0	66,9	67,0	95,7	108,7	50,1	201,0	95,3	85,0	47,8	15,5	982
1901...	23,7	7,7	31,7	70,3	138,8	107,5	258,3	55,8	200,6	159,1	39,2	46,0	1.145
1902...	0,0	24,0	29,2	136,5	100,8	105,2	97,6	164,1	104,1	58,0	97,5	214,8	1.132
1903...	98,5	9,3	60,2	18,3	97,5	218,0	95,2	24,9	102,1	62,8	5,3	104,1	890
1904...	214,9	5,3	61,5	23,2	53,5	164,1	46,1	89,8	91,0	0,1	14,7	8,1	775
1905...	86,5	9,2	21,6	97,1	94,2	126,5	120,5	84,8	63,3	31,0	57,5	3,0	793
SUMAS	962,8	214,3	661,5	601,5	1.033,2	1.314,8	1.026,7	1.023,2	842,8	671,1	789,1	721,9	9.953
Medias	86,3	21,4	66,1	60,1	109,3	134,5	102,7	102,3	84,3	67,1	78,9	72,2	995,3

Como en la estación anterior resulta el mes de Febrero el de menor lluvia, y el máximo el de Junio, con medias de 21,4 y 134,4 milímetros.

La media anual es de 995,3. Se observa una temporada lluviosa, coincidiendo con los meses de Mayo á Agosto, que también se indica en el cuadro antecedente, en particular para los meses de Mayo, Junio y Agosto; un mínimo en los meses siguientes; nuevo máximo en Diciembre y Enero y el mínimo absoluto de Febrero.

Aforos directos del río para relacionar con las estaciones pluviométricas y deducir, por continuadas observaciones, cuadros de régimen presumible, se han hecho muy pocos, á pesar de los enormes intereses creados con considerable número de aprovechamientos y de la facilidad de obtenerlos, utilizando presas establecidas y personal encargado en varias fábricas de la vigilancia, conservación y funcionamiento.

Del tramo desde el origen hasta Torelló no se poseen otros antecedentes que las noticias de los usuarios que asignan al río en estiaje en Ripoll, confluencia con el Presser, 4.000 litros por segundo, señalando la mitad á cada una de las dos corrientes. Resultaría así 5,1 litros por kilómetro cuadrado de cuenca, de acuerdo con lo que se calcula para cursos de agua de régimen semejante que varía de 5 á 10 litros para el gasto mínimo y de 15 á 30 para aguas medias.

Desde el año 1908 se practican aforos constantes en dos estaciones situadas en Torelló y Gerona, por medio de escalas de las que se anotan las lecturas diarias, deduciendo el gasto conocido la Sección de aforo. Los mínimos en cada mes para los años 1909 y 1910 son, en metros cúbicos:

AÑOS	Enero.....	Febrero....	Marzo.....	Abril.....	Mayo.....	Junio.....	Julio.....	Agosto....	Septiembre.	Octubre....	Noviembre.	Diciembre.
1909.....	5,62	7,66	5,13	6,26	12,25	14,57	12,90	2,18	12,90	9,12	9,12	5,52
1910.....	9,12	9,12	9,12	11,13	18,58	29,15	9,12	9,12	9,12	9,12	9,12	9,12

TORELLÓ

AÑOS	Enero.....	Febrero....	Marzo.....	Abril.....	Mayo.....	Junio.....	Julio.....	Agosto....	Septiembre.	Octubre....	Noviembre.	Diciembre.
1909.....	4,93	7,05	4,93	4,93	6,12	10,26	4,93	4,93	7,05	4,31	7,05	4,31
1910.....	2,55	2,55	2,55	6,32	5,50	8,65	3,03	2,55	2,55	2,55	2,50	2,55

GERONA

Hay que observar respecto á la estación de Gerona, que, á los volúmenes aforados, debe añadirse el desviado por la acequia Monar, antes de la escala de aforo, que vuelve al río por el Oñar, aguas abajo de aquella, calculado y reglamentado en diez metros cúbicos, y que si bien se reciben en el tramo intermedio afluentes de importancia, como el Gurri y las rieras de Amer y Osor, el volumen consumido en riegos en La Sella, Anglés, Bescanó, Salt y Gerona es muy comparable y quizá no inferior á aquél en los estiajes.

Extraña en el cuadro anterior la repetición de un mismo mínimo en varios meses, y los resultados en la estación de Torelló para los meses de Mayo y Junio del año 1910, notablemente superiores á los correspondientes en Gerona, siendo de temer que se hayan padecido errores de lectura ó cálculo. Admitiendo los datos consignados, resulta que el mínimo en Torelló se mantiene superior á 7.500 litros por segundo durante siete meses del año 1909, no descendiendo de los 5.500 más que el mes de Agosto, y alcanzando este volumen sensiblemente en Marzo. Durante el año 1910 el mínimo excede constantemente del primer volumen señalado. En Gerona, si la acequia Monar absorbe constantemente los diez metros cúbicos concedidos, el mínimo es siempre superior á 12.500 litros.

En concordancia con los datos pluviométricos, los mínimos de los meses últimos de primavera y primeros de verano, son los mayores del año, siendo de notar que á las escasas lluvias de Febrero no corresponde un mínimo absoluto, sin duda, por un principio de fusión de las nieves de la montaña.

Los gastos medios mensuales para las estaciones y años citados son:

Años.	Enero.....	Febrero....	Marzo.....	Abril.....	Mayo.....	Junio.....	Julio.....	Agosto....	Septiembre.	Octubre....	Noviembre.	Diciembre.	Medio anual
1909..	5,62	7,66	5,13	6,26	12,25	14,57	12,90	2,18	12,90	9,12	9,12	5,52	8,68
1910..	9,12	9,12	9,12	11,13	18,58	29,15	9,12	9,12	9,12	9,12	9,12	9,12	11,99

GERONA

Á los de Gerona, igual que á los mínimos, habrá que añadir la constante de 10.000 litros.

Las crecidas ó máximas anotadas mayores son de 43,10 y 157,74 metros cúbicos los días 13 de Junio de 1909 y 14 de Mayo de 1910 en Torelló y 129,25 y 136,78 los días 3 de Noviembre de 1909 y 15 de Mayo de 1910 en Gerona, re-

saltando de nuevo, como se ha hecho notar en los cuadros anteriores para el mes de Mayo, un notablemente menor volumen aforado en la estación inferior con respecto á la de aguas arriba, que de no ser debido á error sólo tendría aceptable explicación, que podría sin gran dificultad comprobarse, admitiendo que la notable capa subterránea que se extiende desde Besanó por el diluvial, apreciada en los numerosos pozos de Salt y encontrada en todas las fundaciones al SO. de Gerona, se repone durante este mes después de otros cuatro de escasa lluvia, á expensas en gran parte de la corriente superficial.

El aforo directo por vertedero en la presa del molino de San durante los años 1908 y 1909 da como volumen medio mensual, en metros cúbicos, resultado de tres observaciones diarias:

Años.	Enero.....	Febrero....	Marzo.....	Abril.....	Mayo.....	Junio.....	Julio.....	Agosto....	Septiembre.	Octubre....	Noviembre.	Diciembre.	Medio anual
1908..	19,74	9,17	7,17	28,05	18,70	15,07	19,84	10,27	22,09	15,32	29,30	9,30	17,00
1909..	8,95	7,76	12,80	10,39	16,41	31,46	10,25	11,37	24,51	10,08	18,36	6,61	14,09

Los máximos aforados corresponden en 1908 á los días 4 de Enero, 16 de Abril y 17 de Noviembre con 125, 308 y 252 metros cúbicos respectivamente, y en 1909 á los días 12 de Junio, 26 de Agosto y 2 de Noviembre con 161, 152 y 125, y los mínimos en 1908 á los meses de Marzo y Agosto, llegando en el primero á 3,61 metros cúbicos y á 5,76 en el segundo, si bien se mantiene normalmente por encima de los 6 metros cúbicos en Marzo y de 7,5 en Agosto, y en el año 1909 5,76 metros en Marzo y 3,08 en Agosto como mínimos excepcionales, superando los demás días del mes los 6,50 metros en el primero y los 5,50 en el segundo.

Comparemos ahora los datos pluviométricos con los aforos, y para ello consideraremos dividida la cuenca en tres zonas aproximadamente de igual lluvia; zona pirenaica, desde el origen á Ripoll, con una superficie total de 778 kilómetros cuadrados; zona montañosa intermedia, desde Ripoll al confín ó nueva entrada en la provincia de Gerona, de 944 kilómetros cuadrados, y zona inferior de 1.280, aplicando á las partes de estas zonas superiores á la sección de aforo las alturas anuales de lluvia obtenidas en Prats de Molló, San Julián de Vilatorca y Gerona, admitiendo para la zona alta un promedio de 1.000 milímetros, que es próximamente el que resulta del decenio consignado y aplicando para el año 1910 en la zona segunda una altura anual de 711 milímetros obtenidos en Torelló por la División hidráulica del Pirineo.

Tendremos así para volumen recogido en las cuencas correspondientes:

Torelló.—1.ª zona, 778 km.²—2.ª zona, 310 km.²

Año 1909: $77800000 + 0,682 \times 31000000 = 100880000$ metros cúbicos.
 • 1910: $77800000 + 0,711 \times 31000000 = 101971000$ „ „

Sau.—1.ª zona, 778 km.²—2.ª zona, 944 km.²

Año 1908: $77800000 + 0,798 \times 94400000 = 153131200$ metros cúbicos.
 • 1909: $77800000 + 0,682 \times 94400000 = 112189800$ „ „

Gerona.—1.ª zona, 778 km.²—2.ª zona, 944 km.²—3.ª zona, 700 km.²

Año 1909: $77800000 + 0,682 \times 94400000 + 0,550 \times 70000000 = 180688000$ metros cúbicos.
 • 1910: $77800000 + 0,711 \times 94400000 + 0,713 \times 70000000 = 191828100$ „ „

Los volúmenes obtenidos en los aforos, según el promedio anual, son:

Torelló.

Año 1909: $31436000 \times 8,68 = 272861480$ metros cúbicos.
 • 1910: $31436000 \times 11,99 = 376917610$ „ „

Sau.

Año 1908: $31436000 \times 17,00 = 534412000$ metros cúbicos.
 • 1909: $31436000 \times 14,09 = 442933210$ „ „

Gerona.

Año 1909: $31436000 \times 21,90 = 688484000$ metros cúbicos.
 • 1910: $31436000 \times 19,48 = 612373280$ „ „

El coeficiente que pudiéramos llamar de *abastecimiento* ó relación entre la lluvia caída y el volumen circulado, resulta, para la primera estación, 0,27 y 0,36 respectivamente, los años 1909 y 1910: 0,34 y 0,31 para Sau los años comparados, y 0,32 y 0,31 para Gerona, resultados bastante concordantes, aunque inferiores al valor de 0,47 que señala Pacoret como generalmente admisible y más aun al de 0,64 obtenido como promedio por Graeff para el Loire.

Como última observación respecto al régimen de la corriente señalaremos, que la crecida máxima aforada en Sau desde fines del año 1907, corresponde al 16 de Octubre de dicho año, con 380,6 metros cúbicos, y el mínimo caudal en el presente año, excepcionalmente seco, ha sido de 2.300 litros, ó sea 165 veces menor. Probable es que alguna crecida exceda del máximo anotado, pero estimar las máximas extraordinarias en unas 600 á 700 veces el mínimo estiaje como fijan algunos Ingenieros para corrientes nacidas de las grandes cordilleras, nos parece excesivo para el río Ter.

IV

Omitido como insignificante por los geógrafos; alabado y recorrido por el turista y el amante de la naturaleza, que se recrea en la grandiosidad de los espléndidos panoramas de sus fuentes y desfiladeros, y en la hermosura de sus riberas, á trozos incomparablemente bellas, como las cercanías de Camprodón y el tramo entre Ripoll y Ribas en el Presser, el río Ter aumenta en interés para el industrial, el Ingeniero y el economista por la riqueza creada en la zona que atraviesa con sinnúmero de fábricas, aprovechamientos especiales y riegos.

Prudencialmente evaluado el caudal aprovechable en cada tramo, y partiendo de la altitud de 2.000 metros hasta el mar, puede calcularse la fuerza utilizable en unos 90.000 caballos, á los que, aparte de otros afluentes de menor importancia, hay que agregar 19.500 caballos del río Presser, desde la misma altitud á la confluencia, ó sea un total de 109.500 caballos de vapor. Respecto á utilización de esta fuerza, salvo algún pequeño tramo del origen ó del final, difícil de explotar el primero y de costosa realización los últimos por la importancia de las presas y el escaso desnivel, y alguna concesión intermedia en construcción, nada falta á ejecutar, expresando ya en 1888 la Junta consultiva de Caminos, en dictamen emitido á petición del encargado de negocios de Alemania, publicado en los Anales de Obras públicas, tomo I del año 1896, que *escalonadas las tomas en el Ter y casi tocándose pueden contarse más de ochenta establecimientos industriales.*

En la provincia de Gerona, la primera concesión de aprovechamiento del Ter para la industria parte de la altitud de 1.700 metros, y el primer establecimiento terminado y en explotación del pueblo de Setcasas, á 1.230 metros,

contándose, aparte de algunos pequeños molinos, 45 fábricas con un total de 22.500 caballos, faltando en dos de ellas terminar obras que aumentarán esta fuerza en 1.800 caballos; en construcción adelantada dos, con 20.000 caballos, y paralizadas, ó para empezar, cinco, representando 10.000, ó sea un total de 54.500 caballos. En el Fresser, la primera concesión tiene su origen á 2.000 metros sobre el mar, con un desnivel de 340 metros, siguiendo al desagüe proyectado una en explotación de más de 460 metros de desnivel, dividida en dos saltos. El total de fuerza calculada á las 32 fábricas existentes en sus márgenes, es de 13.000 caballos, á los que habrá que agregar 5.000, que suman tres concesiones, de las que dos en curso de ejecución, debiéndose la diferencia con los 19.500 caballos antes consignados como fuerza disponible en este río, á huelgos entre aprovechamientos y diferencias de caudal. Respecto al Ter, en el tramo inferior, cerca de la desembocadura, la potencia total comprende todo el desnivel y todo el caudal, y aunque existen aprovechamientos industriales, utilizan presas económicas de piedra suelta ó estacadas que sólo desvían una pequeña parte.

Entre los afluentes invadidos por la industria, se cuentan el Ritort, Segadell, Malatosa, Vallfogona, Osor, Amer, Llémata y Terri con unos treinta establecimientos fabriles, disponiendo en total de 2.000 caballos de vapor, á más de varios antiguos molinos de escasos valor. Tanto en éstos como en los establecimientos anteriormente citados, la fabricación es varia, dominando las centrales eléctricas que abastecen la mayor parte de las poblaciones de la cuenca, comenzando por Gerona, la primera población de España que instaló el alumbrado eléctrico.

Ocupado el Ter por aprovechamientos fabriles casi totalmente, su utilización en riegos es escasa, limitándose, aparte de pequeñas zonas á lo largo de los canales industriales, á las acequias de La Sella y Bescanó, apreciadas en unos 500 litros cada una, con las que se riegan escasamente 300 hectáreas.

Entre los aprovechamientos industriales son dignos de particular mención los de la Sociedad «Hidráulica del Fresser» en Caralps; «Sucesores de B. Brutan», en Setcasas; «Saltos del Ter», en Susqueda, y «El Pasteral», en La Sella.

La «Hidráulica del Fresser» reúne las aguas del Fresser por una parte y del Nuria, Fontalba y otros, por otra, conduciéndolas por dos canales á un depósito de extremidad sobre la confluencia del Nuria y del Fresser, á unos 500 metros de altura sobre la misma y próximamente á los 1.700 metros de altitud, utilizándolas con dos centrales de 220 y 240 metros, respectivamente, de salto. La tubería es de chapa de palastro de acero, sobre machones de fábrica. Transformada la energía hidráulica en eléctrica, se transporta á Vich á unos 65 kilómetros, á tensión de 20.000 voltios. La potencia calculada es de unos 4.500 caballos.

La construcción de las obras hidráulicas, presentó las dificultades consiguientes á desarrollarse en un terreno accidentadísimo, hallándose en muchas partes el canal abierto en acantilados ó tablas á 400 y 500 metros de altura. Aunque se forzó la pendiente de los canales, de pequeña sección, para aumentar la velocidad y evitar la acción de los hielos, la explotación ha tenido por esta causa que luchar con grandes dificultades, habiéndose últimamente recubierto los canales, con losas el del Nuria y albergando un tubo de hormigón armado el del Fresser.

El aprovechamiento de la Sociedad «Saltos del Ter» en construcción, es interesante por ser el de mayor importancia del río, uniendo á un caudal de 9 á 10.000 litros un desnivel superior á 170 metros. Transformada la potencia en energía eléctrica, será transportada al litoral de la provincia de Barcelona á 60.000 voltios.

En «El Pasteral», inmediatamente inferior al antes citado, se han combinado la naturaleza y el hombre para dotar á la industria de una hermosa fábrica, y á la comarca de un lugar digno de ser visitado por su belleza. Hace pocos años el río, antes de entrar en el llano de La Sella, se precipitaba por un angosto boquete que salvaban los viajeros con una escalera de mano. En este emplazamiento inmejorable, con fondo de roca granítica y estridida en las laderas de pronunciada pendiente, se ha construido la presa de planta circular, con radio de 205 metros y un desarrollo en la coronación de 116. La sección máxima es un trapecio curvilíneo de 19,20 metros de altura, 4 de espesor en la coronación y 20 de anchura en la base. El remanso producido alcanza una longitud de 3 kilómetros. La ejecución corresponde á la importancia de la obra, siendo de sillería todos los paramentos.

En la forma que actualmente se explota este aprovechamiento, el canal de entrada tiene una longitud de unos 50 metros, emplazándose la central hidroeléctrica en la misma margen. Contiene la central dos grupos de turbina y alternador, montados sobre el mismo eje, de 800 caballos, transportándose la fuerza á Gerona y Palafrugell á la tensión de 22.000 voltios, con una longitud de línea de 50 kilómetros.

La central hidroeléctrica de la Sociedad «Sucesores de B. Brutan», que poco ó nada ofrece de interesante en sus obras hidráulicas, es notable por lo cuidadoso y esmeradamente estudiado de su instalación eléctrica. Consta la central de una nave de 25,80 metros de longitud por 14,60 de ancho, en donde se hallan colocados los grupos turbo-alternadores, y un cuerpo normal de 8,60 x por 20 metros, dividido en tres crugías y con tres pisos para cuadro, transformadores y pararrayos.

Contiene la nave principal tres grupos de turbinas centrífugas de distribución automática y tres alternadores trifásicos montados sobre el mismo eje horizontal, con acoplamiento elástico de 625 K. V. A., 400 voltios, 375 revoluciones y 50 periodos. La excitatriz de cada grupo, montada también en el mismo árbol, produce una corriente de 100 amperios á 125 voltios. Además de las anteriores, existen en la central dos pequeños grupos de 30 HP, destinado uno á la regulación de los distribuidores de las turbinas y el otro al alumbrado de la central, y como auxiliar en caso de avería, de las excitatrices.

Para obtener la uniformidad en la distribución de las tres turbinas, se halla instalado un regulador central en que á las distintas velocidades de un aparato taquimétrico accionado por el motor independiente, corresponde una posición de la válvula y una presión en los servomotores. Un volante de 3.000 kilogramos suprime las oscilaciones pendulares y un regulador de presión contrarresta los golpes de ariete en la conducción forzada.

El cuadro transformación y protección se hallan en el segundo cuerpo de edificio, pasando la corriente al cuadro por conductores desnudos, montados sobre aisladores de porcelana en una conducción subterránea.

En la crugia central del primer piso se hallan instala-

dos los transformadores de baño de aceite en dos secciones de cuatro, á uno y otro lado de un pasillo central, separándose las distintas unidades en cámaras de hormigón armado.

En el mismo piso, y separados por un pasillo aislado, dentro de sus correspondientes cámaras, se hallan los interruptores de alta.

El cuadro se halla en el segundo piso, en comunicación con la sala de motores por una doble escalera y pasillo aislado. Se compone de once tableros: tres para los alternadores, cuatro para las excitatrices y dinamo auxiliar, dos para el acoplamiento en paralelo de los alternadores y uno para el servicio de la central.

Separados del cuadro por un pasillo, y en doble fila de cámaras, están dispuestos los transformadores de intensidad y tensión para amperímetros y voltímetros, interruptores á baño de aceite para el acoplamiento de los dos grupos de transformadores ó interruptor automático de alta.

En el tercer piso están colocados, también en sus cámaras de hormigón armado independientes, los aparatos protectores de las descargas atmosféricas y sobre tensiones, compuestos de dos series de bobinas de self-inducción, de gran resistencia inductiva para obligar á las descargas á pasar por los pararrayos ordinarios y pararrayos Gola, destinados á filtrar la corriente con descargadores y pararrayos ó limitadores de cilindros. Una derivación á tierra con resistencias líquidas, puesta á voluntad en circuito, según las indicaciones del voltímetro electro-estático y un aparato Ferraris para ruptura de hilos, accionando el interruptor automático á máxima, terminan la instalación interior, completándose exteriormente á la salida de

la central y origen de la línea, con pararrayos Siemens con sus resistencias de carbones y placas de tierra.

La corriente producida se transforma para el transporte á 25.000 voltios, siendo la longitud de línea sobre postes metálicos de unos 39 kilómetros.

Podría el Ter, con tan brillante hoja de trabajo, considerarse libre de nuevas exigencias, pero la continua lucha que busca cada día más perfectos mecanismos, y encuentra el medio de aumentar el rendimiento de la máquina tierra con el cultivo agrícola intensivo, demanda nuevo esfuerzo, iniciándose un mayor aprovechamiento utilizando las aguas temporales.

Tres son las soluciones que se ocurren para este objeto: utilización directa en fábricas funcionando al año un corto número de meses que, aun exigiendo poco personal, tendrán siempre el inconveniente de la inactividad del capital empleado durante el resto del año, y acumulación hidráulica, aumentando la fuerza constante disponible en los establecimientos existentes, ya de un modo general, por medio de embalses ó pantanos, almacenando los excedentes, ya individual ó parcialmente cada fábrica, más racional y de menor coste el primero, pero exigiendo, además de condiciones especiales, la asociación de todos los usuarios.

Circunstancias de cada caso harán aplicable ó preferible uno ú otro medio, pero para todos se requiere previamente un exacto conocimiento del régimen del río, que sólo puede lograrse con numerosas, concienzudas y metódicas observaciones pluviométricas y aforos.

FEDERICO MORENO.

Gerona, Octubre de 1911.

Revista de las principales publicaciones técnicas.

Los ferrocarriles en el Asia Occidental.

La *Zeit. des Vereins deutscher Eisenbahnverm.*, del 8 de Marzo, hace una relación de las líneas de ferrocarriles actualmente en explotación, en construcción ó en proyecto en la Turquía asiática, en Persia y en Transcaucasia.

La longitud de las líneas construídas en el Asia Menor, en Siria y en Arabia, es de 4.750 kilómetros, comprendiendo:

1.º El ferrocarril turco del Hejad, de 1.800 kilómetros, que une á Damasco con Medina y la Meca. El trozo de 450 kilómetros entre estas dos últimas ciudades no está completamente terminado.

2.º Los ferrocarriles de Beyrouth á Damasco y Alepo de 580 kilómetros, de Jafa á Jerusalén, de 87; de Smirna á Casaba y Karahisar, de 518; construídos y explotados por Sociedades francesas.

3.º La línea franco-inglesa de Mersina á Adana, de 67 kilómetros.

4.º La línea inglesa de Smirna-Aidin-Diner de 515 kilómetros.

5.º La línea de 45 kilómetros que une á Brusa con el mar de Mármara.

6.º La concesión alemana de los caminos de hierro de Anatolia, que comprende la línea de Haidar-Pachá á Ismid y Angora (590 kilómetros) con los ramales de Hamidié-Adabazaret, Eskischehir-Konia (44 kilómetros).

En fin, de Konia parte la línea de 200 kilómetros, Konia-

Bulgurlu, que es el arranque del ferrocarril de Bagdad. El trozo de Bulgurlu á Helif (cerca de Mossul sobre el Tigris), de 840 kilómetros de longitud, está actualmente en construcción y presenta grandes dificultades á causa de la travesía de los montes Tauro. Está proyectado un ramal de Helif á Alepo.

Una Sociedad inglesa solicita la concesión de una línea que prolongue la precedente y una á Bagdad con el golfo Pérsico.

Por otra parte, una Sociedad francesa pide al Gobierno turco la concesión de una línea que una á Sausun (sobre el Mar Negro) con Sivas y Erzerum.

En Persia, Rusia é Inglaterra se han entendido recientemente para la construcción de una línea destinada á unir la India á la Europa oriental; de Karachi á Bakú por Kirman, Teheran ó Ispahan y Recht.

Por otra parte, Rusia ha unido ya Tiflis á la estación fronteriza de Choncha, de donde proyecta un ramal que vaya á Fabriz y de aquí al interior de la Persia.

Las chimeneas de acero para las fábricas.

En la *Electrical Review*, del 7 de Abril, estudia M. Trowbridge las chimeneas de palastros de hierro ó de acero dulce, cuyo empleo tiende aumentar, porque el precio de una chimenea metálica no es la mayor parte de las veces más que la mitad del de una chimenea de ladrillo. La estabilidad se obtiene fijando el basamento, con la ayuda de pernos, á una pesada placa de fundición que descansa sobre un macizo de hormigón de 50 á 90 centímetros de espesor.