

SOBRE LOS EMBALSES SUBTERRÁNEOS DEL CURSO ALTO DEL TER

POR

ALBERTO BATLLE GARGALLO

1. INTRODUCCION

El problema que representa el todavía escaso conocimiento del Pirineo y sus sierras adyacentes se agudiza al llegar a su borde oriental, sin duda por la dificultad que entraña establecer tanto la Estratigrafía, por la escasez de fósiles característicos, como la Tectónica, por la ausencia de niveles-guía. Y si en Geología el conocimiento del Pirineo gerundense es escaso, lógicamente al adentrarnos en el campo de la Hidrogeología, ciencia subordinada de aquélla, se hace prácticamente nulo. Además, los recientes planes de la Administración en vistas a cuantificar los recursos hídricos de las diversas regiones, al estar realizados desde un prisma eminentemente práctico, han desechado tan vasta e interesante zona debido a la escasa demanda que presenta frente a sus recursos hidráulicos seguros e importantes.

En las líneas que siguen trataremos de describir someramente los embalses subterráneos de la cuenca alta del río Ter, en la provincia de Gerona, intentando cuantificar sus recursos.

2. FISIOGRAFIA

El presente estudio abarca la cuenca del alto Ter, aproximadamente hasta San Quirico de Besora, incluida la de su principal afluente, el Freser, lo que representa una superficie de unos 800 km². Desde el punto de vista orográfico presenta al norte la parte más elevada del Pirineo gerundense (Puigmal, 2.913 m; Bastiments, 2.874 m; Costabona, 2.464 m) que forman la divisoria de aguas y la frontera con Francia, y una segunda fila de macizos más o menos elevados entre los que destaca el del Taga (2.180 m). Adosadas a estos macizos primarios que forman el Pirineo Axial, se encuentran una serie

de montañas de mediana altura, entre 1.000 y 1.500 m, que dibujan una serie de pliegues suaves modelados en terrenos terciarios más o menos duros, que se sumergen por debajo de las margas de la Plana de Vic.

El río Ter y su afluente el Freser presentan un trazado N-S perpendicular a las estructuras, pero sin valles encajados, tan comunes en el resto de los ríos pirenaicos, ya que en general los materiales que atraviesan no son de naturaleza dura. Las pendientes de la zona son lógicamente elevadas. En los valles de Ribas y Camprodón, de 30 al 50 por ciento, y van decreciendo hacia el sur.

3. GEOGRAFIA HUMANA. NECESIDADES DE AGUA

La zona que nos ocupa, que coincide muy aproximadamente con la comarca del Ripollés, no está excesivamente poblada. Presenta una densidad media de habitantes por km² que va desde menos de 5 en el Pirineo a más de 100 en los valles del Ter y del Freser. La principal población es Ripoll (9.034 hab.) y le sigue en importancia San Juan de las Abadesas, Ribas de Freser y Campdevánol, con unos 3.000 habitantes cada una.

Importantes industrias textiles se localizan a lo largo de los ríos principales, otras son del ramo metalúrgico, descendientes de las antiguas Fargas, una papelera, canteras en calizas y fábricas de cemento y unas explotaciones de carbón en la zona de Ogassa-San Juan de las Abadesas. La agricultura y ganadería revisten también importancia. La característica principal de los cultivos, localizados en los valles de los ríos, es la abundancia de agua. Sin embargo se riega muy poco y de hacerlo es con pozos ordinarios y sin derivar agua de los cursos. Existe sólo una comunidad de regantes, la Cellería de Ripoll, que toma aguas del curso bajo del Freser para regar 21 Ha (9). El desarrollo de la agricultura presenta un freno que es de tipo topográfico por las elevadas pendientes de la zona.

En su evolución la población tiende a concentrarse en el núcleo de Ripoll que crece a expensas de los pequeños municipios, mientras que las ciudades intermedias se mantienen estacionarias.

Punto y aparte merecen los aprovechamientos hidroeléctricos. No en vano los primeros de Cataluña se realizaron a principios de siglo en esta región. En la actualidad hay 25 centrales con una potencia instalada de más de 20.000 KW. (6).

La demanda total de agua ha sido fijada recientemente (8) en unos 50 millones de metros cúbicos anuales para 1985 y como veremos, es muy inferior a los recursos brutos.

4. EL CLIMA

Es, como es lógico, típicamente pirenaico. Las grandes altitudes dan lugar a temperaturas bajas en invierno y suaves en verano, con importante oscilación diurna.

La lluvia media es del orden de 1.000 mm anuales. En cabecera se superan los 1.200 mm y luego decrece hacia el sur. La distribución de esta pluviometría es particular. Con datos de la Dirección General de Obras Hidráulicas (8) se han dibujado los yetogramas de medias mensuales de las seis estaciones utilizadas (fig. 1). Se puede observar a simple vista la diferencia entre los gráficos de las estaciones de 1.000 o más metros de altitud y los de las situadas a cota más baja. En las tres primeras el régimen es típicamente pirenaico, con dos máximos, uno en junio y otro en septiembre-octubre, mucho más importante el primero, y con un solo mínimo en enero. En

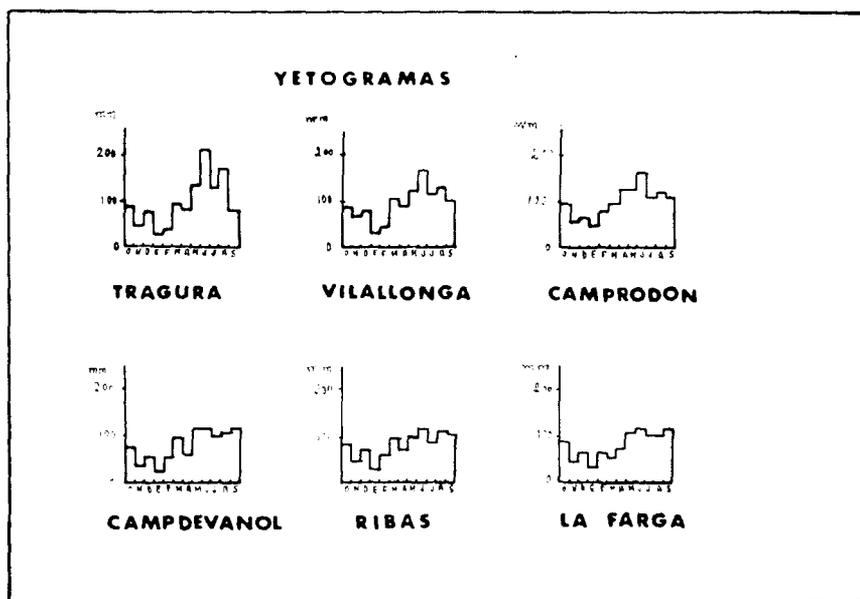


Fig. 1. Yetogramas de las precipitaciones medias mensuales en las estaciones utilizadas.

verano no puede decirse que haya mínimo puesto que en esta estación son frecuentes las tormentas con los consiguientes chaparrones. En las tres estaciones situadas más hacia el sur ha desaparecido el máximo de primavera, siendo sustituido por una precipitación bastante uniforme a lo largo de todo el año, excepto el mínimo invernal que se conserva.

La evapotranspiración es elevada en toda la región, debido a la intensa vegetación y la preponderancia de materiales impermeables que impiden la infiltración. Puede cifrarse en unos 600 mm anuales por término medio.

5. RECURSOS HIDRICOS GLOBALES

Para la realización del mapa de isoyetas y el mapa de curvas de igual valor de la evapotranspiración potencial,¹ se han tomado los datos de un reciente informe del MOP (8). Las estaciones utilizadas han sido las siguientes:

Estación	Período	Alt. m.	P. media mm.	EVP(a) mm.
Tragurá	45-58	1.100	1.177	
Vilallonga	41-60	1.067	1.144	
Camprodón	41-59	988	1.188	594
Campdevánol	45-60	738	936	
Ribas de Freser	41-60	912	963	633
La Farga de Bebié	41-60	580	990	639
Caralps				604
Nuria				467
Ripoll				666

Como es sabido, la lámina de agua total caída sobre una cuenca se reparte de la siguiente forma:

$$P = I + S + EVT \pm AS$$

siendo P la precipitación, I la infiltración, S la escorrentía superficial y EVT la evapotranspiración real.

AS es un coeficiente que depende de diversos factores tales como los aportes o pérdidas subterráneas de otras cuencas, capacidad de

¹ Calculada por el método de Thornwhitte.

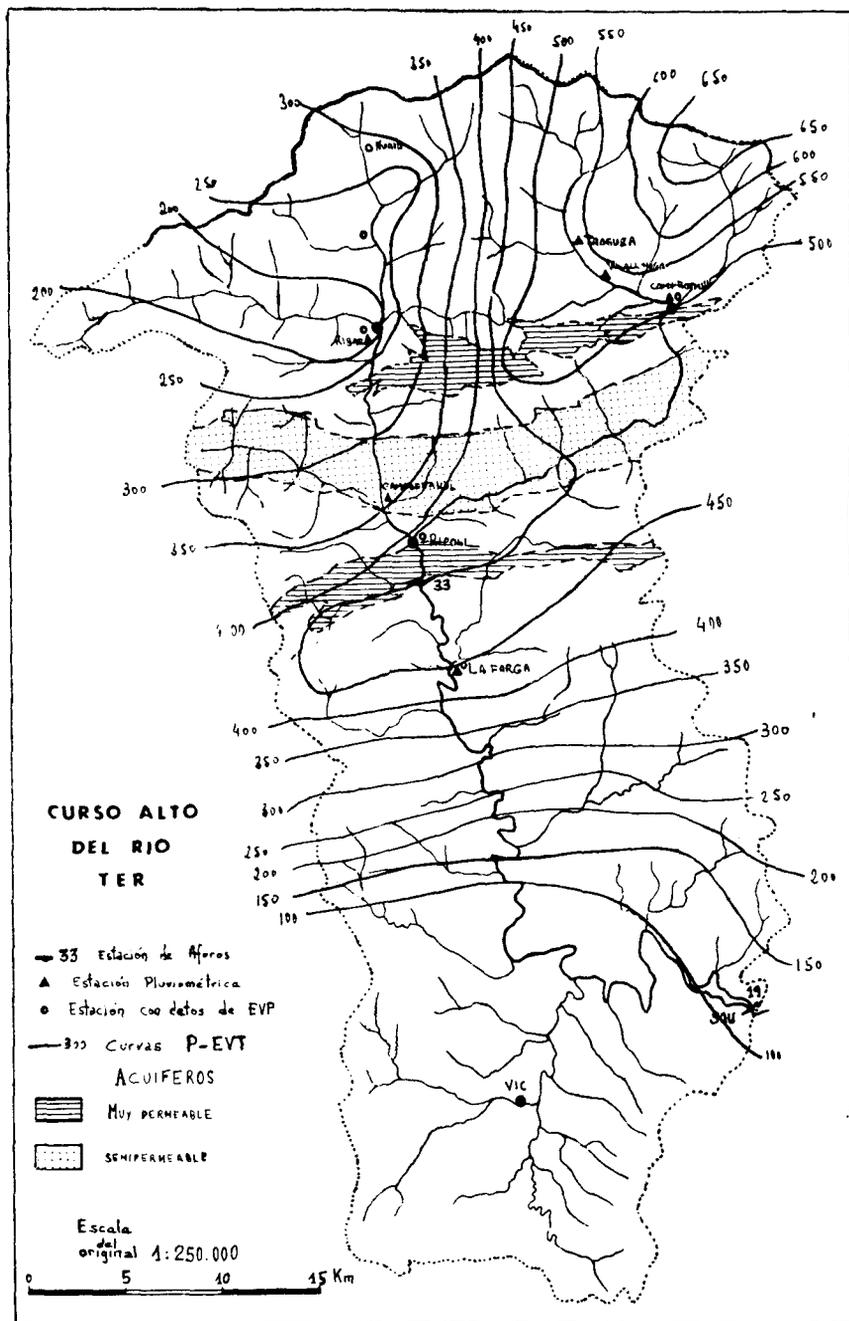


Fig. 2. Esquema hidrológico de la cuenca alta del Ter, hasta Sau. Las curvas corresponden a iguales valores de los recursos globales, expresados en mm de lámina de agua.

retención del suelo, y otros. En el caso que nos ocupa podemos considerar $AS = 0$ por ser de un orden de magnitud mucho menor al error admitido en los otros componentes, y la evapotranspiración potencial igual a la real por la magnitud e intensidad de las precipitaciones, incluso en verano. Con estas consideraciones la ecuación de arriba puede escribirse de la forma

$$P - EVP = I + S$$

siendo $I + S$ lo que denominamos *recursos globales* de la cuenca.

En el gráfico de la fig. 2 se han dibujado las curvas de igual valor de $I + S$ obtenidas por diferencia del mapa de isoyetas y del de curvas de igual valor de la evapotranspiración.

6. ANALISIS DE LOS HIDROGRAMAS

Se han analizado los datos de dos estaciones de aforos, la n.º 33 al sur de Ripoll y la n.º 19 que corresponde al pantano de Sau. Se han hallado las medias mensuales de una serie de 34 años hidráulicos en Ripoll (desde 1916-17 a 1929-30 y de 1945-46 a 1964-65) y de 25 años en Sau (1927-28 a 1936-37 y desde 1950-51 a 1964-65) y con ellas se han elaborado los hidrogramas de la figura 3. Las aportaciones medias mensuales calculadas son las siguientes:

Estación	Oct.	Nov.	Dic.	En.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ag.	Spt.
Ripoll	8,9	9,1	8,4	6,3	7,4	9,8	9,7	12,6	12,9	8,0	6,6	7,1
Sau	12,9	15,8	21,8	12,3	15,2	23,5	18,2	22,0	22,9	13,5	10,4	13,1

Los hidrogramas presentan características particulares. En primer lugar se observa el paralelismo de las dos funciones por las parecidas condiciones climáticas. Sin embargo en el correspondiente a Sau, situada la estación ya en el contacto de la Plana de Vic con Las Guillerías, los mínimos de enero y agosto son mucho más acusados por la influencia del clima mediterráneo. En ambos a partir de febrero la curva asciende debido en buena parte a la fusión de las nieves y alcanza su máximo en junio, coincidiendo con el máximo de precipitaciones.

En el caso particular de estas estaciones, bien instaladas en terrenos impermeables, puede decirse que las aportaciones coinciden con los recursos globales. Pero la separación de los componentes,

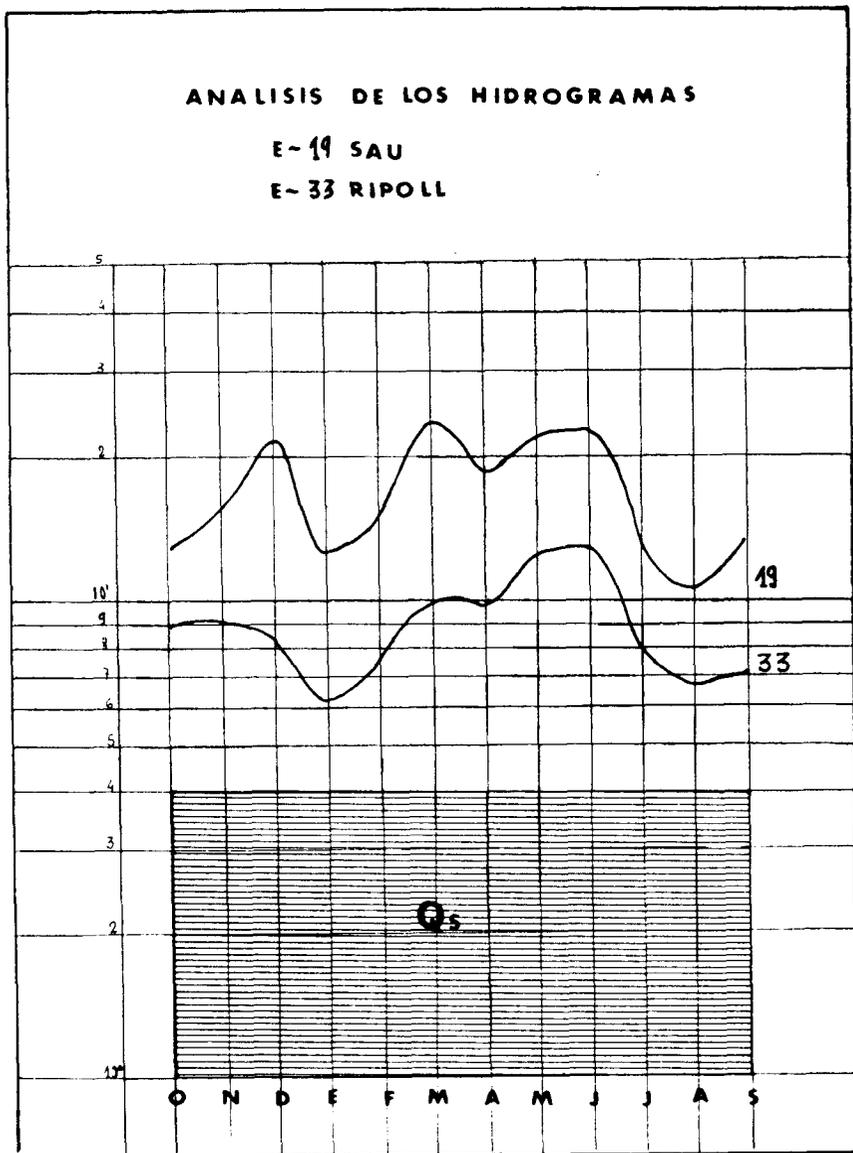


Fig. 3. Hidrogramas de las aportaciones medias mensuales en las estaciones de Ripoll y Sau.

superficial y subterráneo, de la aportación, se hace difícil. La ley de descarga de un manantial es de la forma $Q = Q_0 \cdot e^{-at}$ que representada en papel semilogarítmico, el utilizado en los gráficos, daría una recta. En los hidrogramas que nos ocupan no hay tramos rectos, por lo que a lo largo de todo el año, en ningún momento las aportaciones medidas en la estación de aforos responden únicamente a descarga de aguas subterráneas. Además, a nuestro entender, la componente de escorrentía subterránea se halla incluso bastante alejada del mínimo absoluto de enero, pues si observamos los yetogramas en este mes hay lluvias de 20, 30 y más milímetros y hay que contar también con una cierta fusión de las nieves. Por otro lado, al suponer una mayor componente de aguas subterráneas, llegaríamos a tener que señalar coeficientes de infiltración aberrantes para poder obtener las aportaciones necesarias.

Por todo ello hemos estimado, para facilitar los cálculos, una media de 4 Hm³/mes a lo largo de todo el año, aunque como es lógico las aportaciones subterráneas describirán una curva sensiblemente paralela a las aportaciones totales. El área rayada de la fig. 2 nos dará el valor estimado de la escorrentía subterránea para la estación de aforos n.º 33, Ripoll, y que resulta ser de 48 Hm³/año y que corresponde a los recursos brutos subterráneos de los embalses que describiremos.

7. EMBALSES SUBTERRANEOS

Los embalses subterráneos a considerar en esta zona son tres. El principal es el del Taga, constituido por calizas devónicas, niveles muy fisurados y permeables, que son los mismos que más hacia el este originan las fuentes del río Llobregat. Este embalse está prácticamente "colgado" y sólo relacionado en parte con los ríos Ter y Freser en sus bordes oriental y occidental, respectivamente. Lo drenan una serie de fuentes que en total arrojan unos 400 l/seg. que van a engrosar el río principal. Esta descarga representa un volumen anual de 12,5 Hm³, cifra considerablemente superior a la considerada en publicaciones anteriores (5).

Si observamos ahora los recursos globales caídos en esta unidad, calculados mediante las isocurvas P — EVT, veremos que totalizan unos 15,9 Hm³/a, por lo que hay que suponer un coeficiente de in-

filtración² muy elevado para estas calizas, es decir de alrededor de 0,8.

Los otros dos embalses no están tan bien definidos y desde luego en ellos no puede hablarse de unidades hidrogeológicas. Los acuíferos están constituidos en materiales eocenos de la Formación del Far (3). Siguiendo la terminología adoptada por Gich en una reciente publicación (3), corresponden a los miembros Armancies (calizas, algunas veces masivas que alternan con margas calcáreas), Coronas (calizas con algunas intercalaciones de margas y areniscas) y Sagnari (calizas masivas, areniscas y margas).

El principal interés de estos acuíferos estriba en que están relacionados con los ríos Ter y Freser. De antiguo se conocen las pérdidas que sufre el río Ter, en épocas de estiaje, al adentrarse en las calizas situadas al sur de Ripoll.³ Sin embargo las posibilidades de estos acuíferos vienen muy dificultadas por la complicación tectónica y las intercalaciones margosas o flyschoides que determinan la aparición de pequeñas fuentes.

En conjunto parece más permeable el embalse al sur de Ripoll que el que hemos llamado de Campdevánol. Este tiene una extensión de 108 km² por 37 km el primero. Aunque como hemos indicado, existen intercalaciones margosas abundantes, por su situación topográfica, el agua caída sobre ellas se infiltra al encontrar los tramos calcáreos permeables, por lo que el coeficiente de infiltración asignado es global.

Según el mapa de curvas de igual valor de recursos globales, hemos calculado la cantidad de agua útil caída sobre cada uno de los embalses, que resulta ser de 39,7 Hm³/a sobre el de Campdevánol y de 14,8 Hm³/a sobre el de Ripoll-San Quirico. Para unos coeficientes de infiltración de 0,6 y 0,8 respectivamente, estimados por las observaciones efectuadas en el campo y por comparación con otras unidades hidrogeológicas mejor conocidas, se obtienen los siguientes valo-

² Siempre que mencionemos un coeficiente de infiltración se referirá no a la precipitación total, sino a lo que hemos denominado recursos globales, es decir a $P - EVT$.

³ A finales del siglo pasado se pensó que la alimentación subterránea del lago de Bañolas podía proceder de las pérdidas del río Ter entre Ripoll y San Quirico de Besora.

res de escorrentía subterránea: 23,8 Hm³ para el embalse de Campdevánol y 11,8 Hm³ para el de Ripoll.

Con todo ello se obtiene una cifra total de escorrentía subterránea para los embalses del curso alto del Ter y Freser de 48,2 Hm³/a, que resulta ser sensiblemente igual a la estimada en la observación del hidrograma de la estación de aforos de Ripoll, situada a la salida del último de los embalses subterráneos considerados.

8. CONCLUSIONES

En la cuenca alta de los ríos Ter y Freser existen tres importantes embalses subterráneos cuyos recursos se evalúan según el presente cuadro:

Embalse	Sup. km ²	P-EVT Hm ³	Coef. inf.	Qs Hm ³	Es Hm ³
Taga	33	15,9	0,8	12,7	3,2
Campdevánol	108	39,7	0,6	23,8	15,9
Ripoll	37	14,8	0,8	11,8	3,0

Sin embargo la puesta en explotación de estos embalses presenta "a priori" posibilidades muy limitadas por varias razones principales:

- La poca demanda frente a los grandes recursos superficiales.
- Los embalses presentan características geológicas poco apropiadas.
- El río Ter está, al parecer, suficientemente regulado hasta su curso medio con el complejo hidráulico Sau-Susqueda-El Pasteral.
- Habría que estudiar algún procedimiento para posibilitar la admisión de caudales muy grandes en escaso tiempo.

Sin embargo el funcionamiento de estos embalses puede asegurar abastecimientos locales de poco costo⁴ e incluso puede integrarse en los mecanismos de control de avenidas, tan peligrosas en la cuenca del río Ter.

⁴ El abastecimiento de Ripoll, en período de ejecución, se realiza por unos pozos que explotan el embalse subterráneo de Campdevánol.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- (1) J. M. FONTBOTÉ. «Estudio morfotectónico de las Sierras de Bellmunt, Milany y Puigsacalm». Publ. Inst. Geol. Diputación de Barcelona, n.º 7, T. Miscelanea Almera, 1.ª parte (Barcelona 1945).
- (2) J. M. FONTBOTÉ. «Nuevos datos geológicos sobre la cuenca alta del Ter». Anales del Instituto de Estudios Gerundenses, vol. IV (Gerona 1949).
- (3) M. GICH. «Las unidades litoestratigráficas del Eoceno pre-pirenaico del Ripollés Oriental». Acta Geológica Hispánica, t. IV, n.º 1 (Barcelona 1969).
- (4) F. KROMM. «La sédimentation eocène entre la zone prépyrénéenne et la Cordillère Pré littorale catalane». Actes Soc. Linn. Bordeaux, serie B, t. 103 (Bordeaux, France 1966).
- (5) N. LIOPIS. «Sobre hidrogeología cárstica del Sistema Taga-Puig Estela», Documento de Inv. Hidrológica, t. 1, n.º 1 (Barcelona 1966).
- (6) M. O. P. Jefatura de Servicios Eléctricos, «Estadística sobre embalses y producción de Energía Eléctrica», (Madrid 1962).
- (7) M. O. P. - D. G. O. H., Resumen de Aforos, t. 10, Cuencas del Pirineo Oriental, Datos i teranuales hasta 1964-65, (Madrid 1970).
- (8) M. O. P. - D. G. O. H., «Estudio de los Recursos Hidráulicos Totales del Pirineo Oriental». Informe Preliminar (Barcelona 1969).
- (9) M. O. P. D. G. O. H., «Obras realizadas por las Confederaciones Hidrográficas. Cuencas del Pirineo Oriental», por el Comité Español de Riegos y Drenajes (1969).
- (10) L. SOLÉ SABARÍS, «El Eoceno del alto valle del Ter». Guía del III Cong. Inst. Est. Pirenaicos (Barcelona 1958).
- (11) L. SOLÉ SABARÍS y otros, «Geografía de Catalunya», t. II, Ed. Aedos (Barcelona 1968).